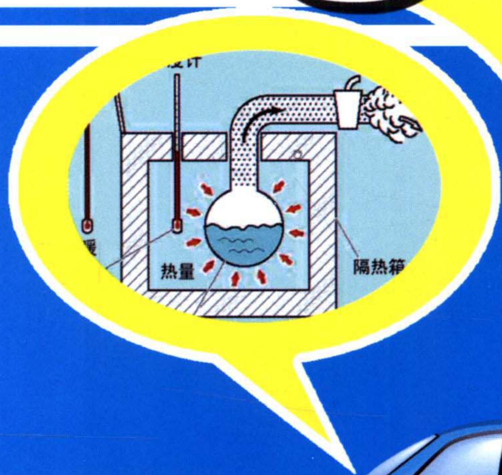
汽车空调维修500问

QICHE KONGTIAO WEIXIU 500WEN



◎ 刘春晖 主编



 内容全面 一本就够

 形式灵活 一看就懂

 一问一答 易于理解

 案例配合 便于学习



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

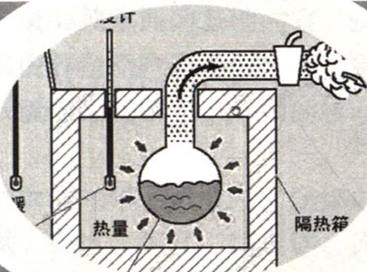
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

汽车空调维修500问

QICHE KONGTIAO WEIXIU 500WEN

◎ 刘春晖　主编





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书结合一线汽车空调维修实践，以汽车空调维修应知应会为核心、以解决实际问题为主线，以问答的形式详细解答了实际汽车空调维修工作中经常碰到的问题，重点介绍了汽车空调维修中常见空调相关部件的结构、工作原理、使用及故障检修方法。全书内容包括汽车空调系统基础知识、空调部件结构与检修、空调控制系统检修、空调的通风取暖与配气系统、空调的自动控制、空调的检测与维修基础及空调的故障检修实例7个方面。书中内容涉及面广，基本涵盖了汽车空调维修工作的各个方面。

本书简明实用、通俗易懂、易学实用，全书内容涵盖了汽车空调维修工作中所必须掌握的基础知识和维修技能。

本书主要供汽车空调维修工、汽车维修电工、汽车机电维修人员、汽车维修一线管理人员使用，也可供大专院校汽车运用与维修、汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车维修专业的师生学习、参考。

图书在版编目（CIP）数据

汽车空调维修500问/刘春晖主编. —北京：机械工业出版社，2013.3
ISBN 978-7-111-41582-4

Ⅰ.①汽… Ⅱ.①刘… Ⅲ.①汽车空调－维修－问题解答 Ⅳ.①U472.41-44

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第033775号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：连景岩 责任编辑：连景岩
版式设计：霍永明 责任校对：卢惠英
封面设计：张 静 责任印制：杨 曦
北京中兴印刷有限公司印刷
2013年5月第1版第1次印刷
184mm×260mm·19.25印张·471千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-41582-4
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务
社服务中心：(010)88361066 教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：(010)68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：(010)88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203 **封面无防伪标均为盗版**

前　言

随着汽车工业的发展和人们对汽车的舒适性、安全性、可靠性要求的提高，汽车空调系统已成为现代汽车特别是轿车的标准配置。电子技术在汽车上的广泛应用，使汽车在总体结构、工作原理、使用与维修等方面都发生了根本性的变化，使得空调系统的结构越来越复杂，控制部分的电子化程度也越来越高。

本书以汽车空调系统维修中应知应会知识为重点，联系实际操作过程中遇到的一些重点、难点问题，强化汽车维修人员的维修技能，同时兼顾了目前新型车辆空调系统所采用的新技术、新设备、新工艺和新方法，力求做到理论与实践相结合。本书从汽车使用与维修的角度出发，以问答的形式介绍了汽车空调系统的结构、使用、维修方面的内容。

本书目录采用题头标注符号的方法，区分不同难度的内容，即：△、▲、★、☆表示难度逐渐增加，分别为中级工、高级工、技师和高级技师应掌握的内容，没有标注符号的表示是修理人员必须掌握的基础内容。这样便于读者有选择性的阅读。

本书内容包括汽车空调系统基础知识、空调部件结构与检修、空调控制系统检修、空调的通风取暖与配气系统、空调的自动控制、空调的检测与维修基础及空调的故障检修实例7个方面。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖主编，参加本书编写工作的还有山东华宇职业技术学院张斌、张冰、张文、魏金铭、许焕玮、张书华、黑会昌、黄现国、孙长勇、蔡志涛、刘宝君、尹文荣、魏代礼、李凤芹。

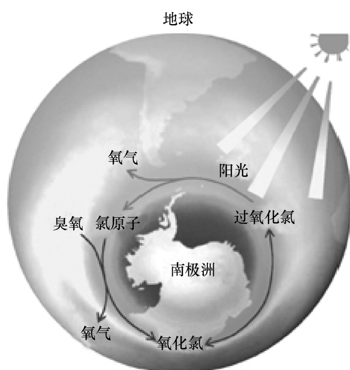
在本书编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍，在此向维修资料的作者及编者深表感谢！由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编　者

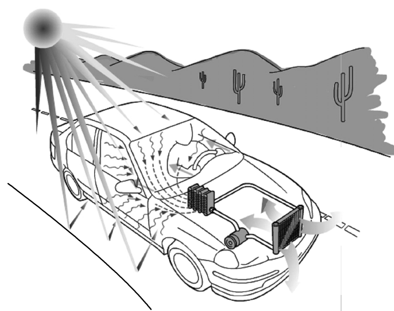
目　录

前言

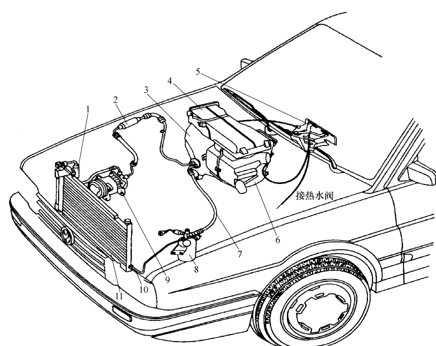
第1章　汽车空调维修基础知识 ……………………………… 1



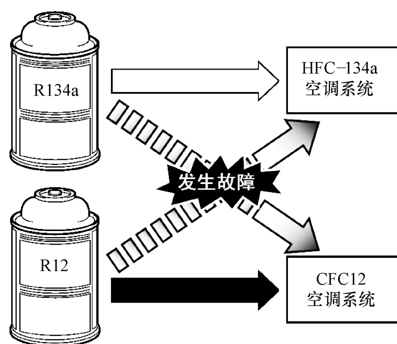
1-1　什么是温度？常用的温标有哪几种？ ……………… 1
△ 1-2　什么是摄氏温标？是如何规定的？ ……………… 1
▲ 1-3　什么是华氏温标？是如何规定的？ ……………… 2
☆ 1-4　什么是热力学温标？是如何规定的？ ……………… 2
☆ 1-5　三种温标之间有何异同？换算方法是怎样的？ ……………… 2
1-6　什么是压力（压强）？不同压强单位之间的换算关系是怎样的？ ……………… 3
△ 1-7　什么是真空与真空度？ ……………… 3
▲ 1-8　什么是绝对压力与表压力？它们与真空度之间的换算关系是怎样的？ ……… 3
★ 1-9　什么是湿度？什么叫饱和空气和未饱和空气？ ……………… 4
1-10　什么是露点？ ……………… 4
▲ 1-11　什么是相对湿度和绝对湿度？ ……………… 4
△ 1-12　如何测量空气的湿度？ ……………… 5
▲ 1-13　什么是饱和温度和饱和压力？ ……………… 6
▲ 1-14　什么是临界温度和临界压力？ ……………… 6
▲ 1-15　什么是制冷能力与制冷负荷？ ……………… 6
1-16　什么是汽化？汽化的两种方式各是怎样的？ ……………… 6
△ 1-17　什么是过热度与过冷度？ ……………… 7
△ 1-18　什么是冷凝？ ……………… 7
1-19　热传递的基本形式有哪几种？各是怎样的？ ……………… 8
△ 1-20　在什么情况下，物质的状态会发生变化？ ……………… 9



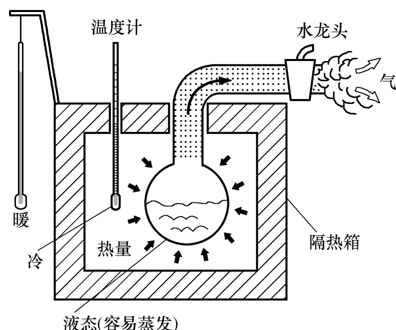




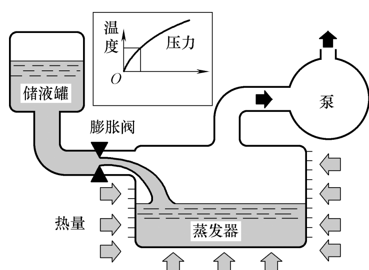
▲ 1-21　什么是潜热？什么是显热？ ………… 10
▲ 1-22　热力学第一定律是怎样的？ ………… 10
★ 1-23　热力学第二定律是怎样的？ ………… 11
★ 1-24　空调制冷的方式有哪几种？ ………… 11
▲ 1-25　制冷三大基本定律是怎样的？ ………… 11
▲ 1-26　液体汽化制冷的制冷过程是怎样的？ ………… 11
▲ 1-27　气体膨胀制冷的制冷过程是怎样的？ ………… 12
★ 1-28　涡流管制冷的制冷过程是怎样的？ ………… 12
★ 1-29　热电制冷的制冷过程是怎样的？ ………… 13
★ 1-30　汽车空调技术发展的几个阶段是怎样的？各有什么特点？ ………… 13
★ 1-31　我国汽车空调工业发展的几个阶段是怎样的？ ………… 15
△ 1-32　我国汽车空调工业发展的现状是怎样的？ ………… 15
△ 1-33　汽车空调工业发展的趋势是怎样的？ ………… 16
△ 1-34　汽车空调采用了哪些新技术？ ………… 17
△ 1-35　大气层中臭氧的分布是怎样的？ ………… 17
△ 1-36　臭氧的形成与作用是怎样的？ ………… 18
△ 1-37　目前地球臭氧层的破坏现状是怎样的？ ………… 19
△ 1-38　大气臭氧层的破坏原理是怎样的？ ………… 19
1-39　什么是空调？汽车空调的调节包括几个方面？ ………… 19



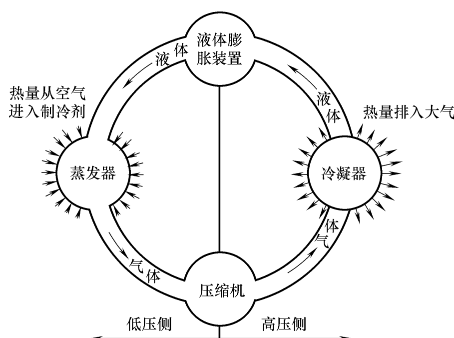
△ 1-40　汽车空调的温度调节是怎样进行的？ ………… 20
△ 1-41　汽车空调的湿度调节是怎样进行的？ ………… 20
△ 1-42　汽车空调的特点是怎样的？ ………… 21
△ 1-43　汽车空调由哪几部分组成？ ………… 22
△ 1-44　汽车空调制冷系统的作用是怎样的？ ………… 22
△ 1-45　汽车空调采暖系统的作用是怎样的？独立式和非独立式暖风系统各有什么特点？ ………… 23



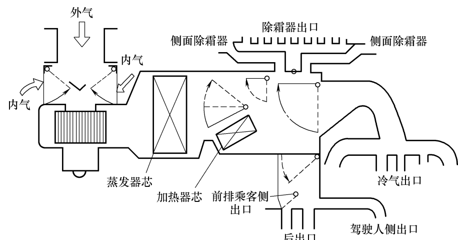
△ 1-46　汽车通风系统的功用是怎样的？什么是自然通风和强制通风？ ………… 23
△ 1-47　汽车空调控制系统的作用是怎样的？ ………… 23
△ 1-48　大中型客车、小型客车和轿车的空调系统的结构各有什么特点？ ………… 23
▲ 1-49　膨胀阀式制冷循环系统的结构和工作原理是怎样的？ ………… 24
▲ 1-50　膨胀管式制冷循环系统的结构和



工作原理是怎样的？ …………………………… 24
▲ 1-51 汽车空调膨胀阀系统、膨胀管系统的特征各是怎样的？ ……………………………… 25
▲ 1-52 什么是独立式空调？优缺点有哪些？ ……… 25
▲ 1-53 什么是非独立式空调？优缺点有哪些？ …… 26
▲ 1-54 不同功能的汽车空调的特点是怎样的？ …… 27
△ 1-55 手动空调的结构特点是怎样的？ …………… 28
△ 1-56 半自动空调的结构特点是怎样的？ …………………………………………………… 29
△ 1-57 全自动空调的结构特点是怎样的？ …………………………………………………… 29
★ 1-58 什么是定排量空调系统？ ……………………………………………………………… 30
★ 1-59 什么是变排量空调系统？ ……………………………………………………………… 30
1-60 什么是制冷剂？常用制冷剂有哪些？ ………………………………… 31
△ 1-61 对制冷剂的要求有哪些？ ……… 31
△ 1-62 制冷剂常见分类方法有哪些？ ……………………………… 31
▲ 1-63 制冷剂的命名方法是怎样的？ …………………………… 31
▲ 1-64 制冷剂 R12（二氟二氯甲烷）的特性是怎样的？ ……………… 32



▲ 1-65 制冷剂 R134a（四氟乙烷）与 R12（二氟二氯甲烷）的区别有哪些？…… 33
▲ 1-66 制冷剂 R134a 的特性是怎样的？ ………………………………………………………… 33
▲ 1-67 R134a 与其所处的压力和温度的关系是怎样的？ ……………………………………… 34
▲ 1-68 制冷剂氨的特性是怎样的？ …………………………………………………………… 35
★ 1-69 制冷剂二氧化碳（CO_2）的特性是怎样的？ ……………………………………………… 35
☆ 1-70 上海通用汽车制冷剂的加注量是怎样的？ ……………………………………………… 35
★ 1-71 冷冻机油的作用是怎样的？ …………………………………………………………… 35
▲ 1-72 冷冻机油的性能要求有哪些？ ………………………………………………………… 36
▲ 1-73 冷冻机油的使用注意事项有哪些？ …………………………………………………… 36
☆ 1-74 冷冻机油的质量检查方法有哪些？ …………………………………………………… 37



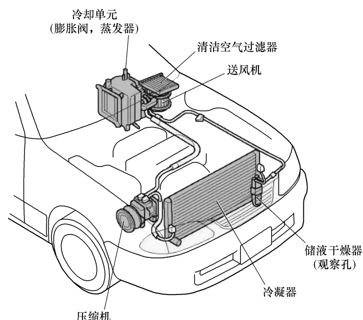
▲ 1-75 与 R134a 匹配的冷冻机油有哪些？各有什么特点？ …………………… 37
▲ 1-76 冷冻机油的牌号有哪些？ ……… 38
▲ 1-77 上海通用汽车制冷系统中冷冻机油的分布及加注量是怎样的？…… 38
☆ 1-78 空调制冷基本原理是怎样的？ ……… 39
★ 1-79 制冷循环过程是怎样的？ …………… 39
★ 1-80 汽车空调制冷系统的功能与组成是怎样的？ …………………………………………… 40
★ 1-81 汽车空调制冷系统的制冷循环过程是怎样的？ ………………………………………… 42



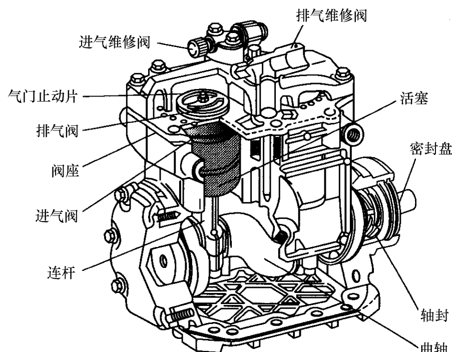
▲ 1-82　制冷循环的四个工作过程是怎样的？ …… 44
★ 1-83　如何通过触摸的方式检查空调制冷系统工作是否正常？ …… 44

第 2 章　汽车空调系统部件结构与检修 …… 45

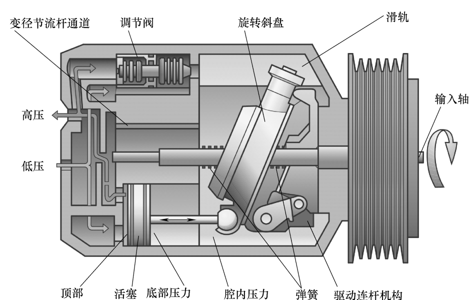
▲ 2-84　制冷系统中各主要部件的功用是怎样的？ …… 45
▲ 2-85　压缩机的功用及类型是怎样的？ …… 46
▲ 2-86　对汽车空调压缩机的特殊要求有哪些？ …… 46
△ 2-87　汽车空调压缩机有哪些类型？ …… 46



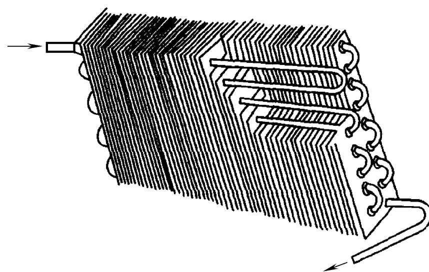
△ 2-88　汽车空调压缩机的发展趋势是怎样的？ …… 47
▲ 2-89　汽车空调曲轴连杆式压缩机的结构是怎样的？ …… 47
▲ 2-90　曲轴连杆式压缩机的工作过程是怎样的？ …… 48
★ 2-91　旋转斜盘式压缩机的结构与工作原理是怎样的？ …… 49
▲ 2-92　旋转斜盘式压缩机的工作过程是怎样的？ …… 51
★ 2-93　摆盘式压缩机的结构与工作原理是怎样的？ …… 51
★ 2-94　摆盘式压缩机的工作过程是怎样的？ …… 53
▲ 2-95　旋叶式压缩机的结构是怎样的？ …… 53
★ 2-96　旋叶式压缩机的工作原理及工作过程是怎样的？ …… 54
★ 2-97　汽车空调系统为什么采用变排量压缩机？ …… 56
△ 2-98　变排量压缩机主要优点有哪些？ …… 56
★ 2-99　压力调节式变排量压缩机的工作原理是怎样的？ …… 56
★ 2-100　压力调节式变排量压缩机的工作过程是怎样的？ …… 57
☆ 2-101　变排量旋叶式压缩机的结构和工作原理是怎样的？ …… 59
☆ 2-102　汽车空调压缩机常见故障有哪些？如何进行检修？ …… 59
★ 2-103　如何就车诊断空调压缩机性能的好坏？ …… 60
▲ 2-104　汽车空调冷凝器的作用是怎样的？ …… 60

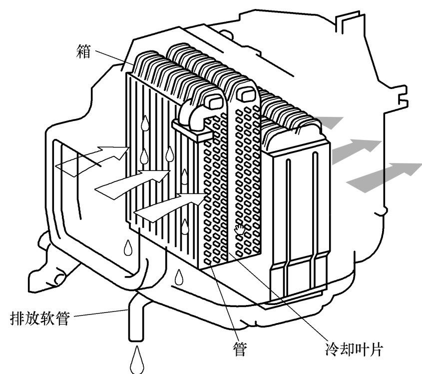


★ 2-105　冷凝器中制冷剂的放热过程是怎样的？ …… 61
▲ 2-106　汽车空调冷凝器是如何实现热交换的？ …… 61
▲ 2-107　管片式冷凝器的结构和工作过程是怎样的？ …… 61
▲ 2-108　鳍片式冷凝器的结构和工作过程是怎样的？ …… 61



△ 2-109 管带式和平行流式冷凝器的结构各是怎样的？ …… 62
△ 2-110 管带式和平行流式冷凝器的区别是什么？ …… 62
△ 2-111 冷凝器是如何实现冷却的？ …… 63
★ 2-112 冷凝器安装时应该注意什么？ …… 63
★ 2-113 如何进行冷凝器的检查？ …… 63
▲ 2-114 蒸发器的结构是怎样的？ …… 63
★ 2-115 蒸发器的作用是怎样的？ …… 64
△ 2-116 为什么说汽车空调不仅对车厢起降温作用，同时还能起除湿作用？ …… 64
△ 2-117 汽车空调系统对蒸发器的要求有哪些？ …… 64
△ 2-118 蒸发器有几种结构类型？各有什么特点？ …… 65
▲ 2-119 不同类型的层叠式蒸发器结构各有什么特点？ …… 66
▲ 2-120 新型单储液室蒸发器有什么优点？ …… 66
△ 2-121 蒸发器内制冷剂的工作过程是怎样的？ …… 66
★ 2-122 蒸发器出口过热度是怎样控制的？ …… 67
★ 2-123 新一代超薄型（RS）蒸发器的结构有什么特点？ …… 67
★ 2-124 膨胀阀和节流管在汽车空调系统中各有哪些应用？ …… 67
☆ 2-125 什么是空调系统工作时的“液击”现象？ …… 68
☆ 2-126 如何避免空调系统工作时的“液击”现象？ …… 68
☆ 2-127 膨胀阀和节流管系统在结构上有什么异同？ …… 68
▲ 2-128 膨胀阀安装在空调系统中的什么位置？ …… 68
▲ 2-129 热力膨胀阀的作用是怎样的？ …… 69
★ 2-130 汽车空调制冷系统常用的热力膨胀阀有哪几种类型？ …… 70
★ 2-131 内平衡式膨胀阀的结构和工作原理是怎样的？ …… 70

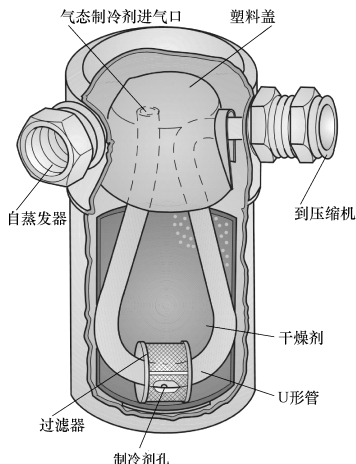




▲ 2-132 外平衡式膨胀阀的结构和工作原理是怎样的？ …… 71
▲ 2-133 H 形膨胀阀的结构是怎样的？ …… 71
★ 2-134 H 形膨胀阀的控制过程是怎样的？ …… 72
△ 2-135 H 形膨胀阀具有哪些优点？ …… 73
▲ 2-136 如何选配合适的膨胀阀？ …… 74
☆ 2-137 膨胀阀在安装时具有哪些要求？ …… 74
☆ 2-138 怎样调整膨胀阀的开度和流量？ …… 74
★ 2-139 怎样检修膨胀阀？ …… 74



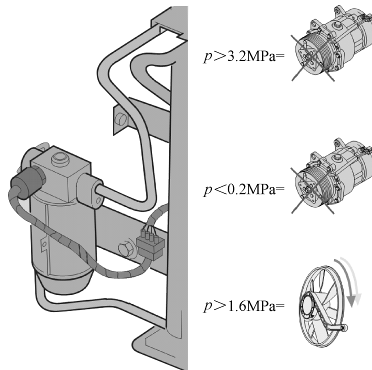
★ 2-140　怎样排除膨胀阀开度过大或感温包安装不当故障？ …………… 75
▲ 2-141　怎样排除膨胀阀的脏堵和坏堵故障？ …………… 75
▲ 2-142　怎样排除膨胀阀的冰堵故障？ …………… 75
★ 2-143　怎样区分膨胀阀的冰堵和脏堵故障？ …………… 76
★ 2-144　膨胀节流管的结构和特点是怎样的？ …………… 76



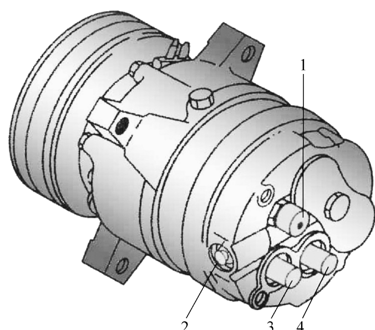
▲ 2-145　膨胀节流管的优缺点是怎样的？ …………… 77
★ 2-146　如何拆卸未损坏的膨胀节流管？ …………… 77
★ 2-147　如何拆卸已损坏的膨胀节流管？ …………… 77
☆ 2-148　如何正确安装膨胀节流管？ …………… 78
☆ 2-149　为什么要在汽车空调系统中设置储液干燥器？ …………… 78
★ 2-150　储液干燥器的作用有哪些？ …………… 78
▲ 2-151　储液干燥器由哪些部件组成？ …………… 79
★ 2-152　空调制冷系统管路中混有水分会造成哪些影响？ …………… 80
▲ 2-153　为什么 R134a 与 R12 两种制冷系统中储液干燥器不能互换？ …………… 80
△ 2-154　储液干燥器的安装应注意什么？ …………… 80
▲ 2-155　怎样检修储液干燥器？ …………… 80
△ 2-156　为什么在膨胀节流管系统中要安装集液器？ …………… 81
★ 2-157　集液器与一般储液干燥器有哪些区别？ …………… 81
☆ 2-158　集液器具有哪些优点？ …………… 82
△ 2-159　空调系统中视液镜的功用和结构是怎样的？ …………… 82
△ 2-160　空调制冷系统中，视液镜一般安装在什么地方？ …………… 82
2-161　汽车空调系统配备风机的类型有几种？各有什么特点？ …………… 82
▲ 2-162　汽车制冷系统的连接部件主要有哪些？ …………… 84

第 3 章　汽车空调控制系统检修 …………… 85

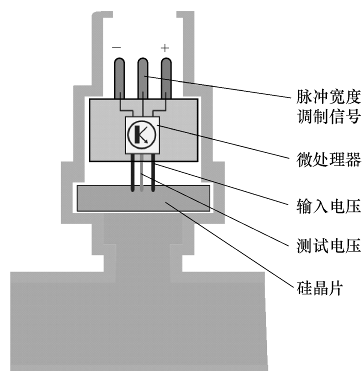
3-163　汽车空调系统中常用的压力开关有哪些类型？其作用是怎样的？ …………… 85
★ 3-164　高压压力开关的安装位置和功用是怎样的？ …………… 86
☆ 3-165　造成空调制冷系统压力过高的原因有哪些？ …………… 86
★ 3-166　触点常开（动合）型压力开关的结构及功用是怎样的？ …………… 86
★ 3-167　触点常闭（动断）型压力开关的结构及功用是怎样的？ …………… 86



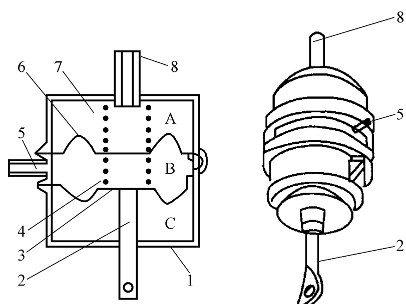
★ 3-168 低压开关的类型和功用是怎样的? …… 86
☆ 3-169 三位压力开关的结构和作用是怎样的? …… 87
☆ 3-170 三位压力开关的工作过程是怎样的? …… 87
☆ 3-171 常见压力开关的开关形式及作用有哪些? …… 89
☆ 3-172 压力开关控制基本电路是怎样的? …… 90
★ 3-173 如何对压力开关进行正确的检查? …… 90
★ 3-174 如何检查桑塔纳3000的空调压力开关? …… 91
▲ 3-175 易熔塞的作用和结构原理是怎样的? …… 91
★ 3-176 高压卸压阀的结构和作用原理是怎样的? …… 91



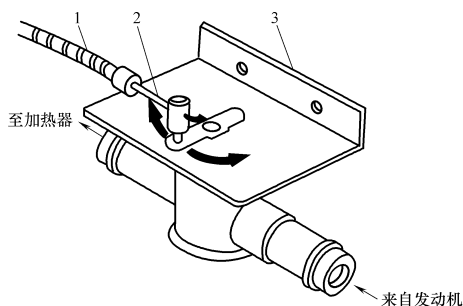
▲ 3-177 电子压力传感器的结构和原理是怎样的? …… 92
▲ 3-178 冷却液过热开关的结构和工作原理是怎样的? …… 93
★ 3-179 过热开关的作用与结构是怎样的? …… 93
▲ 3-180 热力熔断器的作用和结构是怎样的? …… 94
★ 3-181 汽车空调控制继电器的类型和作用机理是怎样的? …… 95
☆ 3-182 在汽车正常运行过程中,如何控制空调压缩机的工作? …… 95
★ 3-183 常见电磁离合器有哪些类型? …… 95
▲ 3-184 固定线圈式电磁离合器的结构和工作原理是怎样的? …… 96
★ 3-185 旋转线圈式电磁离合器与固定线圈式离合器的区别在哪里? …… 97
▲ 3-186 电磁离合器的使用注意事项有哪些? …… 97
☆ 3-187 为什么在空调制冷系统中必须有自动控制机构? …… 97
▲ 3-188 如何实现制冷系统的温度和压力控制? …… 98
★ 3-189 汽车空调系统中常用的吸气压力调节器有哪些类型? …… 98
☆ 3-190 蒸发压力调节器(EPR)的结构和控制过程是怎样的? …… 98



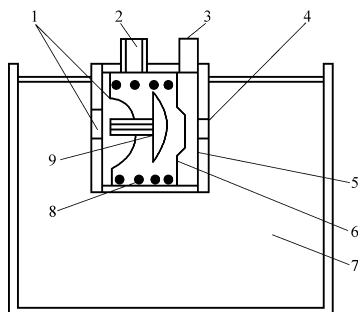
☆ 3-191 导阀控制蒸发压力调节器(POEPR)相比EPR作了哪些改进? …… 99
☆ 3-192 吸气节流阀(STV)的结构和工作原理是怎样的? …… 99
☆ 3-193 导阀控制吸气节流阀(POASTV)的结构是怎样的? …… 100
★ 3-194 组合阀(VIR)的结构和作用是怎样的? …… 101



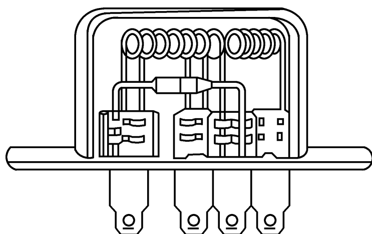




★ 3-195　汽车空调的真空源来自何处？其结构是怎样的？ …… 103
▲ 3-196　汽车空调系统中真空驱动器的作用和类型是怎样的？ …… 103
▲ 3-197　单膜片式真空驱动器的结构是怎样的？ …… 103
▲ 3-198　双膜片式真空驱动器的结构是怎样的？ …… 103
△ 3-199　汽车空调采暖系统加热器控制一般有几种类型？ …… 104
△ 3-200　真空开关阀的构造和控制原理是怎样的？ …… 104
▲ 3-201　真空罐的作用和结构是怎样的？ …… 105
▲ 3-202　汽车空调上的模式门是指什么？ …… 106
△ 3-203　汽车空调真空式模式门是怎样进行控制的？ …… 107
▲ 3-204　为什么空调真空控制系统要设置真空止回阀？ …… 107
★ 3-205　单向阀的结构和控制过程是怎样的？ …… 108
☆ 3-206　汽车空调旁通电磁阀的结构和控制原理是怎样的？ …… 108
▲ 3-207　汽车空调油分离器的结构和作用是怎样的？ …… 109
△ 3-208　汽车空调常用温度传感器的结构和作用是怎样的？ …… 110

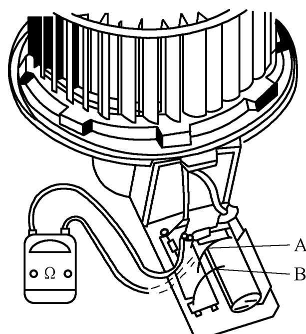


▲ 3-209　汽车空调所用的放大器与转换器的作用是怎样的？ …… 110
☆ 3-210　动力伺服机构的结构和作用是怎样的？ …… 111
▲ 3-211　蒸发器温度控制器的作用和结构原理是怎样的？ …… 111
△ 3-212　波纹管式温度控制器的结构和控制原理是怎样的？ …… 111
▲ 3-213　双金属片式恒温器的结构和控制原理是怎样的？ …… 112
★ 3-214　热敏电阻式温度控制器的结构和控制原理是怎样的？ …… 113

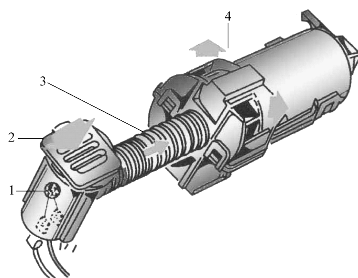


☆ 3-215　蒸发温度调节器（ETR）在空调系统中的作用是怎样的？ …… 114
★ 3-216　装有空调系统的车辆，为什么增加怠速稳定控制器？ …… 114
▲ 3-217　常用怠速稳定控制器的作用是怎样的？ …… 114
△ 3-218　怠速继电器是如何实现怠速控制的？ …… 114
△ 3-219　怠速继电器的工作原理是怎样的？ …… 115
▲ 3-220　如何检修空调继电器？ …… 116
★ 3-221　发动机转速检测继电器是如何实现空调系统控制的？ …… 116
▲ 3-222　化油器式怠速提升装置的结构和工作原理是怎样的？ …… 117

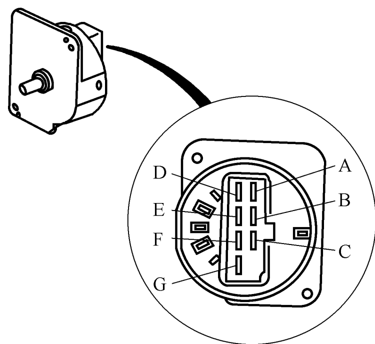
△ 3-223 微机控制式怠速提升装置的结构和工作原理是怎样的? …………………… 117
▲ 3-224 在电控发动机中，开空调如何控制发动机失速熄火? …………………… 118
★ 3-225 空调系统控制中，如何实现传动带保护控制? …………………… 119
▲ 3-226 汽车加速超车，为什么要切断空调系统工作?常用控制装置有哪几种类型? …………………… 120
△ 3-227 机械式加速切断装置是如何实现压缩机控制的? …………………… 120
△ 3-228 真空式加速切断装置是如何实现压缩机控制的? …………………… 120
▲ 3-229 微机控制式加速切断装置是如何实现压缩机控制的? …………………… 121



△ 3-230 压缩机双级控制是如何实现的? …………………… 121
▲ 3-231 双蒸发器控制的空调是怎样的? …………………… 121
☆ 3-232 如何进行空调系统电路分析? …………………… 122
★ 3-233 空调系统中鼓风机的作用是怎样的? …………………… 122
△ 3-234 鼓风机转速的控制方式有几种类型? …………………… 122
☆ 3-235 鼓风机开关和调速电阻控制方式是如何实现调速的? …………………… 122
▲ 3-236 如何检修空调系统的鼓风机? ………… 123

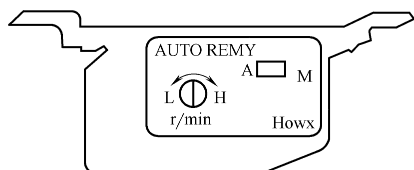


☆ 3-237 晶体管控制方式是如何实现调速的? …………………… 124
★ 3-238 晶体管与调速电阻器组合型是如何实现调速的? …………………… 125
▲ 3-239 汽车空调系统冷凝器风扇的布置是怎样的? …………………… 126
△ 3-240 常用的冷凝器风扇控制有哪几种类型? …………………… 126
★ 3-241 空调开关直接控制冷凝器风扇是如何工作的? …………………… 126
☆ 3-242 空调开关和冷却液温度开关联合控制冷凝器风扇是如何工作的? ……… 126
☆ 3-243 制冷剂压力开关与冷却液温度开关联合控制冷凝器风扇是如何工作的? …………………… 127

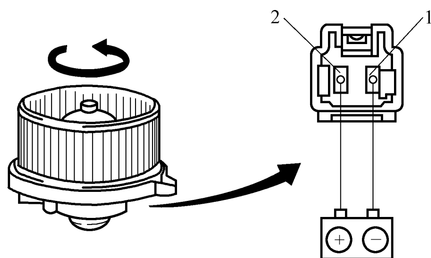


☆ 3-244 散热器风扇控制器控制冷凝器风扇是如何工作的? …………………… 128
☆ 3-245 制冷剂压力开关与 ECU 组合控制冷凝器风扇是如何工作的? …………………… 129
★ 3-246 压缩机电磁离合器有哪几种不同的控制方式? …………………… 131
☆ 3-247 一般手动空调压缩机电磁离合器受哪些部件控制? …………………… 131
☆ 3-248 一般半自动空调压缩机电磁离合器受哪些

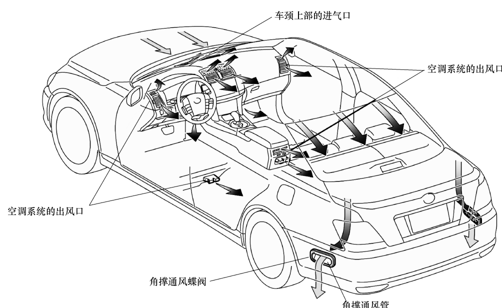




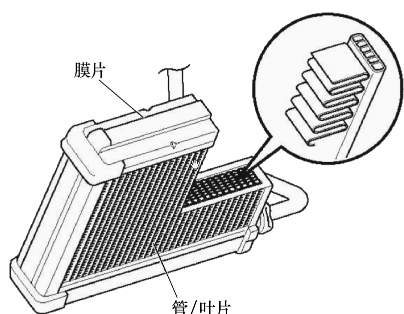
部件控制？ ………………………………… 132
★ 3-249　普通桑塔纳轿车空调系统电路由哪几部分组成？ ………………… 132
★ 3-250　普通桑塔纳在什么情况下可以接通空调电源电路？ ………………… 133
▲ 3-251　普通桑塔纳空调系统的工作过程是怎样的？ ………………………… 133
★ 3-252　夏利轿车空调系统控制电路的组成是怎样的？ ……………………… 134
▲ 3-253　夏利轿车空调放大器的功能有哪些？ ………………………………… 135
★ 3-254　夏利轿车空调放大器的发动机转速检测及比较电路是怎样工作的？ …… 135
☆ 3-255　夏利轿车空调放大器的蒸发器温度检测及比较电路是怎样工作的？ …… 136
☆ 3-256　夏利轿车空调放大器的控制过程是怎样的？ ………………………… 137
☆ 3-257　夏利轿车的发动机转速和蒸发器温度的设定值是怎样的？ ………… 137
☆ 3-258　夏利轿车空调系统控制电路的工作过程是怎样的？ ………………… 138
△ 3-259　桑塔纳 3000 轿车空调系统电路组成是怎样的？ …………………… 138
▲ 3-260　桑塔纳 3000 轿车空调系统的电源电路是怎样的？ ……………… 138
☆ 3-261　桑塔纳 3000 轿车空调系统鼓风机控制电路是怎样工作的？ ……… 139
☆ 3-262　桑塔纳 3000 轿车空调电磁离合器控制电路是怎样工作的？ ……… 140
☆ 3-263　桑塔纳 3000 轿车空调散热器风扇控制电路是怎样工作的？ ………………………………… 140
☆ 3-264　桑塔纳 3000 轿车空调高、低压开关及其他保护电路是怎样工作的？ … 140



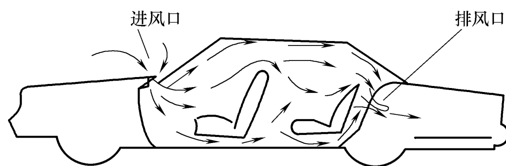
第 4 章　空调取暖、通风与配气系统检修 ………………………………… 142



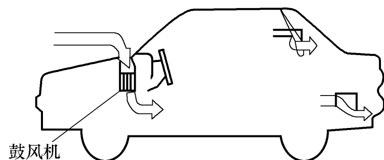
4-265　什么是汽车空调取暖系统？ …… 142
4-266　汽车空调取暖系统的作用是什么？ ………………………… 142
4-267　汽车空调取暖通风系统在车上的布置是怎样的？ ……………… 142
4-268　根据热源不同，汽车空调取暖系统分为哪些类型？ ………… 143
4-269　按空气循环方式不同，汽车空调取暖系统分为哪些类型？ ……… 143
4-270　汽车空调的热水取暖系统是如何工作的？ ………………………… 145
4-271　热水取暖系统的组成结构是怎样的？ …………………………… 146
4-272　热水取暖系统调节温度的方式有几种类型？各是怎样的？ ……… 147
△ 4-273　什么是气暖式暖风装置？有几种类型？ ………………………… 148



▲ 4-274 气暖肋片式暖风装置的结构是怎样的？ …… 148
▲ 4-275 气暖热管式暖风装置的结构是怎样的？ …… 148
△ 4-276 独立燃烧式暖风装置包括哪几种类型？ …… 149
▲ 4-277 直接式（空气加热式）独立燃烧式暖风装置的结构是怎样的？ …… 149
▲ 4-278 直接式（空气加热式）独立燃烧式暖风装置的工作过程是怎样的？ …… 150
△ 4-279 间接式独立燃烧式暖风装置的结构和工作过程是怎样的？ …… 151
△ 4-280 什么是通风？为什么汽车上设置通风装置？ …… 151
△ 4-281 通风换气量的标准是怎样的？汽车空调的通风方式一般有哪几种？ …… 152
4-282 什么是动压通风？动压通风是如何实现的？ …… 152
△ 4-283 为什么轿车大都采用动压通风？ …… 152
4-284 什么是强制通风？如何实现强制通风？ …… 153
△ 4-285 什么是综合通风？如何实现综合通风？ …… 153
△ 4-286 汽车空调为什么要对车室内空气进行净化处理？ …… 153
▲ 4-287 汽车空调系统常用的空气净化装置有哪几种类型？ …… 154

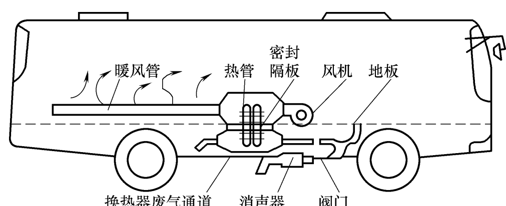


△ 4-288 过滤除尘式空气净化装置的结构和除尘原理是怎样的？ …… 154
▲ 4-289 静电除尘式空气净化装置的结构和除尘原理是怎样的？ …… 155
△ 4-290 汽车空调的气流分配形式有哪几种类型？ …… 156
△ 4-291 空气混合式气流分配形式的换气过程是怎样的？ …… 157
▲ 4-292 全热式气流分配形式的换气过程是怎样的？ …… 157
△ 4-293 汽车空调配气系统的基本结构是怎样的？ …… 157
△ 4-294 汽车空调配气系统实现配气的方式有哪几种？配气系统的工作过程是怎样的？ …… 158
△ 4-295 汽车空调配气系统各部分是如何实现配气的？ …… 158
▲ 4-296 桑塔纳2000GSi型轿车空调系统控制开关的操作功能是怎样的？ …… 159



△ 4-297 桑塔纳2000GSi型轿车空调系统出风口的位置分布是怎样的？ …… 159
▲ 4-298 如何实现空调冷气量的调节？ …… 160
▲ 4-299 如何实现空调最大冷气量的调节？ …… 160
△ 4-300 如何实现空调车内取暖的调节？ …… 161
▲ 4-301 如何实现春秋两季空调车内通风的调节？ …… 161
△ 4-302 如何实现冬季空调风窗及侧窗除霜的调节？ …… 161
△ 4-303 切诺基手动空调的控制面板的鼓风机开关是怎样控制的？ …… 162





★ 4-304　切诺基手动空调的控制面板的空调方式选择开关各部分功能是怎样的？ …… 162

△ 4-305　切诺基手动空调的控制面板的温度选择开关是如何操作的？ …… 163

△ 4-306　全自动空调系统控制面板的结构是怎样的？ …… 163

△ 4-307　本田奥德赛轿车全自动空调系统如何操作？ …… 163

△ 4-308　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）按钮如何操作？ …… 164

▲ 4-309　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）内循环按钮如何操作？ …… 164

▲ 4-310　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）风扇控制按钮如何操作？ …… 165

▲ 4-311　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）模式（MODE）按钮如何操作？ …… 165

▲ 4-312　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）除霜（DEF）按钮如何操作？ …… 165

▲ 4-313　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后窗除霜（REAR）按钮如何操作？ …… 165

△ 4-314　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后部空调通/断（REAR ON/ REAR OFF）按钮如何操作？ …… 166

▲ 4-315　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后部空调按钮如何操作？ …… 166

第 5 章　汽车自动控制空调系统检测 …… 167

5-316　汽车空调的发展历程是怎样的？ …… 167

5-317　自动空调系统的功能有哪些？ …… 167

▲ 5-318　汽车自动空调控制系统的基本工作模式是怎样的？ …… 168

▲ 5-319　自动空调与手动空调的区别表现在什么地方？ …… 168

▲ 5-320　半自动空调和全自动空调的区别表现在什么地方？ …… 169

★ 5-321　自动空调系统有哪些常用传感器？ …… 169

★ 5-322　自动空调系统包括哪些执行元件？ …… 170

★ 5-323　空调电控单元（ECU）的作用是怎样的？ …… 170

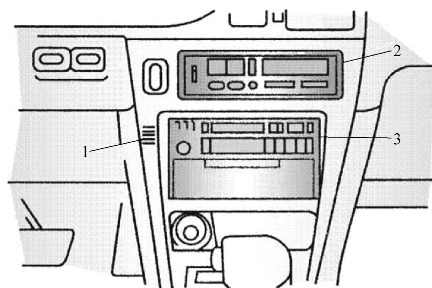
▲ 5-324　自动空调温度控制的基本组成是怎样的？ …… 170

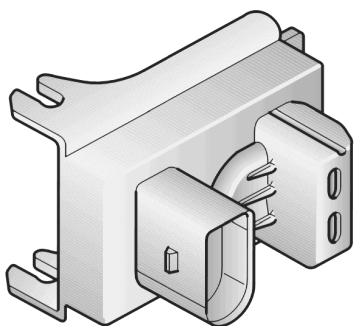
▲ 5-325　ECU 是如何完成自动空调温度控制的？ …… 171

▲ 5-326　自动空调温度控制系统的工作过程是怎样的？ …… 172

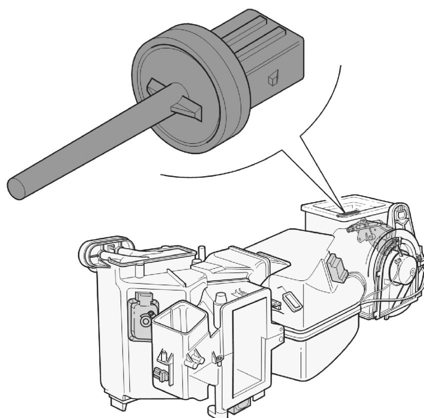
☆ 5-327　自动空调的鼓风机转速控制系统由哪些部件组成？ …… 173

☆ 5-328　自动空调的鼓风机转速自动控制过程是怎样的？ …… 173

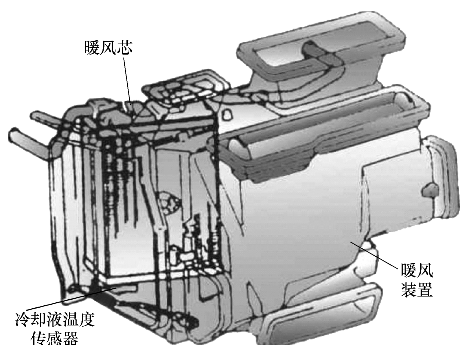




☆ 5-329　自动空调的鼓风机转速预热控制过程是怎样的？ …… 174
☆ 5-330　自动空调的鼓风机转速时滞控制过程是怎样的？ …… 174
☆ 5-331　自动空调的鼓风机转速控制的其他控制项目是怎样的？ …… 175
☆ 5-332　自动空调的工作模式控制是怎样的？ …… 175
☆ 5-333　自动空调的工作模式控制过程是怎样的？ …… 176
☆ 5-334　自动空调的进气模式控制过程是怎样的？ …… 177
☆ 5-335　自动空调系统压缩机控制有哪些项目？ …… 178
☆ 5-336　可变排量压缩机的控制系统是怎样实现控制的？ …… 178
☆ 5-337　汽车自动空调电控系统传感器主要有哪些类型？ …… 179
☆ 5-338　车内温度传感器的结构和作用是怎样的？ …… 179
☆ 5-339　如何对车内温度传感器进行检测？ …… 180
☆ 5-340　车外温度传感器的结构和作用是怎样的？ …… 180
☆ 5-341　如何对车外温度传感器进行检测？ …… 180
☆ 5-342　蒸发器温度传感器的结构和作用是怎样的？ …… 181

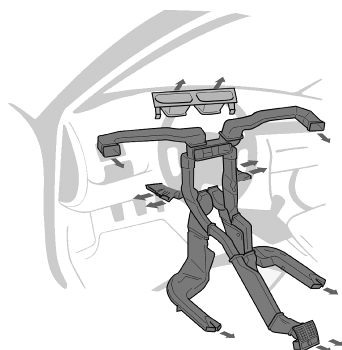


☆ 5-343　如何对蒸发器温度传感器进行检测？ …… 182
☆ 5-344　冷却液温度传感器的结构和作用是怎样的？ …… 182
★ 5-345　阳光传感器的结构和工作原理是怎样的？ …… 183
☆ 5-346　如何对阳光传感器进行检测？ …… 183
★ 5-347　空气质量传感器的结构和工作原理是怎样的？ …… 184
☆ 5-348　如何对空气质量传感器进行检测？ …… 185
★ 5-349　烟雾传感器的结构和工作原理是怎样的？ …… 185

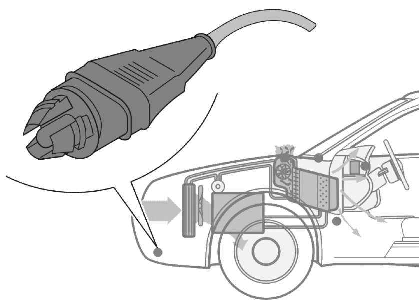


☆ 5-350　自动空调系统控制执行机构的结构是怎样的？ …… 186
★ 5-351　自动空调控制的内容有哪些？ …… 187
☆ 5-352　温度的自动控制模式是如何进行控制的？ …… 187
☆ 5-353　风机电动机的自动控制模式是如何进行控制的？ …… 187
★ 5-354　制冷压缩机的自动控制模式是怎样进行控制的？ …… 188





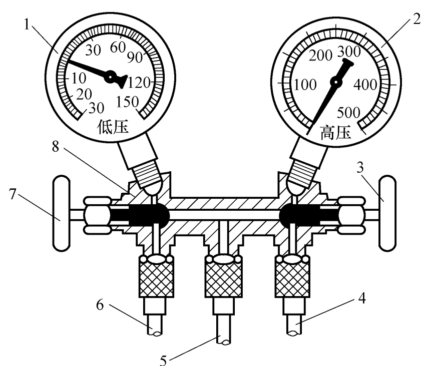
☆ 5-355 送风模式的自动控制过程是怎样的？ ……… 189
☆ 5-356 新风换气量的自动控制过程是怎样的？ …… 190
☆ 5-357 奥迪轿车的自动空调控制系统控制原理和结构是怎样的？ ……………………………… 191
★ 5-358 奥迪轿车带有操纵和显示单元的控制单元的结构是怎样的？ ………………………… 193
☆ 5-359 奥迪轿车暖风/空调上的执行元件和传感器有哪些？ ……………………………… 193
☆ 5-360 奥迪轿车车外温度传感器 G17 是怎样工作的？ ……………………………………… 194
☆ 5-361 奥迪轿车新鲜空气进气道温度传感器 G89 是怎样工作的？ ……………… 194
★ 5-362 奥迪轿车仪表板温度传感器 G56（带有温度传感器鼓风机 V42）是怎样工作的？ ……………………………………………………… 195
☆ 5-363 奥迪轿车脚坑出风口温度传感器 G192 是怎样工作的？ ……………… 195
★ 5-364 奥迪轿车阳光传感器 G107 是怎样工作的？ ………………………………… 196
☆ 5-365 奥迪轿车空气质量传感器 G238 的结构和电路是怎样的？ …………… 197
★ 5-366 奥迪轿车用于温度调节的附加信号有哪些？ ……………… 197
☆ 5-367 奥迪轿车伺服电动机的位置和控制电路是怎样的？ …………… 198
☆ 5-368 奥迪轿车空调系统的几种工作模式是怎样的？ ………………… 199
★ 5-369 奥迪轿车的微机控制的全自动空调是怎样工作的？ …………… 201



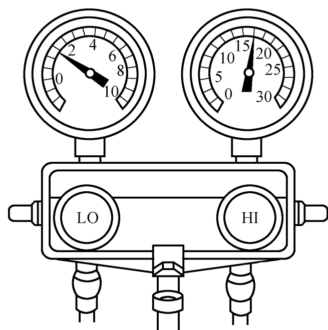
☆ 5-370 奥迪轿车自动空调的空气分配是怎样的？ ……………………………… 202
★ 5-371 奥迪轿车车内左、右侧的温度是如何单独调整的？ …………………… 203
☆ 5-372 奥迪轿车的空调循环模式是怎样的？ ………………………………… 204
☆ 5-373 奥迪轿车空调的循环空气模式是怎样工作的？ ……………………… 204
★ 5-374 奥迪轿车空调系统自动控制式的循环空气模式是怎样工作的？ ……… 205

第 6 章 汽车空调的检测与维修基础 …………………………………………… 206

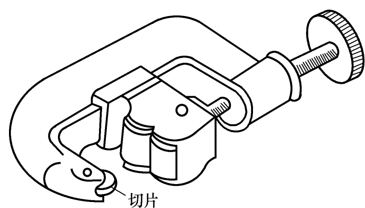
▲ 6-375 汽车空调系统中混有异物会有什么不良影响？ ……………………… 206
▲ 6-376 水蒸气进入空调系统会有什么影响？如何防止？ …………………… 206
▲ 6-377 空气进入空调系统会有什么影响？如何防止？ ……………………… 207
▲ 6-378 脏物进入空调系统会有什么影响？如何防止？ ……………………… 207
△ 6-379 制冷装置生锈及化学变化的侵蚀对制冷系统有什么影响？ ………… 207
▲ 6-380 制冷系统的高温高压有什么影响？ ……………………………………… 207
△ 6-381 如何正确使用非独立式空调？ …………………………………………… 208



▲ 6-382　如何正确使用独立式空调？ ………… 208
△ 6-383　为什么要对空调系统进行维护和保养？ ……………………………… 209
▲ 6-384　汽车空调系统保养的类型有几种？ … 209
△ 6-385　汽车空调日常维护保养有哪些项目？ ……………………………… 209
▲ 6-386　汽车空调定期保养有哪些项目？ …… 209
△ 6-387　汽车空调常见的故障现象及故障部位是怎样的？ ………………… 210
△ 6-388　汽车空调系统诊断的常见方法有哪些？ ………………………… 210
△ 6-389　什么是汽车空调的直观诊断法？ ……………………………… 211
6-390　汽车空调维修中，如何有针对性的询问？ ………………………… 211
△ 6-391　汽车空调维修中，如何观察系统有哪些方面异常？ ………………… 211
▲ 6-392　通过视液镜观察，如何确定空调系统的故障部位？ ………………… 212
▲ 6-393　汽车空调维修中，如何通过听觉来确定故障大致部位？ …………………………… 212
▲ 6-394　汽车空调维修中，如何通过触摸来确定故障大致部位？ …………………………… 213
▲ 6-395　用汽车空调维修仪器诊断有什么优势？ ……………………………… 213
☆ 6-396　短路法和万用表结合如何实施空调故障检查？ ……………………… 213

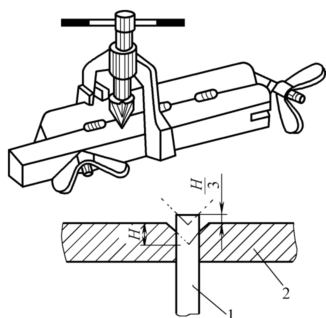


☆ 6-397　如何在歧管压力计上连接制冷系统？ ……………………………… 214
☆ 6-398　歧管压力计如何显示压力及真空度？ ……………………………… 214
★ 6-399　歧管压力计具有哪些功能？ …………………………………… 214
★ 6-400　歧管压力计组使用注意事项有哪些？ ……………………………… 215
▲ 6-401　用歧管压力计检查制冷系统的正常范围是怎样的？ ………………… 215
★ 6-402　如何诊断高压表和低压表压力均较低的故障？ …………………… 216

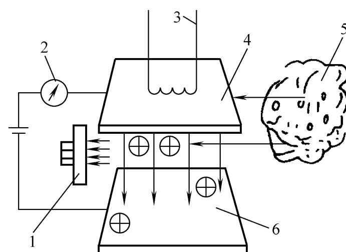


▲ 6-403　如何诊断高压表和低压表压力均较高的故障？ ……………………………… 216
★ 6-404　如何诊断低压表压力有时为负压（真空）的故障？ ……………………………… 217
★ 6-405　如何诊断低压表压力为负压（真空），高压表压力很低的故障？ ………… 218
★ 6-406　如何诊断低压表压力太高、高压表压力太低的故障？ ………………… 218
▲ 6-407　如何诊断低压表压力太低、高压表压力太高的故障？ ………………… 219
★ 6-408　汽车空调维修常用的维修工具有哪些？ ……………………………… 219
★ 6-409　汽车空调维修常用的通用工具及常用设备有哪些？ ………………… 219
★ 6-410　汽车空调维修专用成套维修工具有哪些？ ……………………………… 220

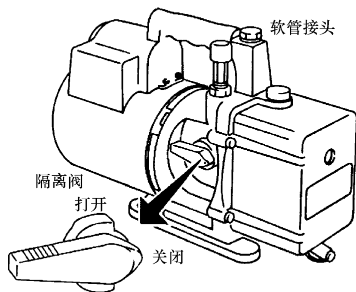




★ 6-411 如何正确使用汽车空调专用工具割管器？ … 220
▲ 6-412 如何正确使用汽车空调专用工具弯管器？ … 221
▲ 6-413 如何正确使用汽车空调专用工具涨管器？ … 221
★ 6-414 汽车空调检漏设备的作用是什么？ ………… 222
★ 6-415 什么是汽车空调系统冷泄漏和热泄漏？ …… 222
★ 6-416 汽车空调系统常用检漏设备有哪些？ ……… 222
▲ 6-417 氟利昂电子检漏仪的结构及检测原理是怎样的？ ………………………… 222
★ 6-418 卤素检漏灯的结构及检测原理是怎样的？ ……………………… 224
▲ 6-419 如何操作卤素检漏灯？ ……………………………………… 224
▲ 6-420 卤素检漏灯检漏时，如何判断制冷系统的泄漏状况？ ……………… 225
▲ 6-421 真空泵在安装、检修空调制冷系统时具有什么作用？ ……………… 225
△ 6-422 制冷剂罐注入阀的作用是怎样的？ …………………………… 225
▲ 6-423 制冷剂罐注入阀的操作步骤是怎样的？ ………………………… 226
▲ 6-424 检修阀的结构和作用是怎样的？ ……… 226
★ 6-425 检修阀的三个位置各有什么作用？ …… 227
▲ 6-426 气门阀的结构和作用是怎样的？ ……… 228
▲ 6-427 乙炔-氧气焊割设备的组成和作用是怎样的？ ………………………… 228
△ 6-428 汽车空调维修操作的注意事项有哪些？ ………………………… 229

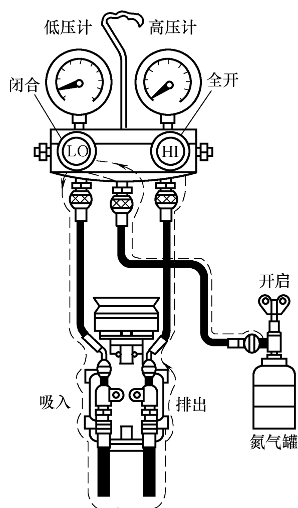


▲ 6-429 汽车空调制冷系统常发生泄漏的部位有哪些？常用的检漏方法有哪些？ ……………………………………… 230
▲ 6-430 肥皂水泡沫法检漏是怎样进行的？ …………………………… 230
▲ 6-431 加压法检漏是怎样进行的？ ………………………………… 230
△ 6-432 真空法检漏是怎样进行的？ ………………………………… 231
▲ 6-433 充氟检漏是怎样进行的？ …………………………………… 231



▲ 6-434 紫外线检漏灯荧光检漏是怎样进行的？ … 231
▲ 6-435 卤素检测灯检漏是怎样进行的？ ……… 232
▲ 6-436 染料溶液检漏是怎样进行的？ ………… 232
△ 6-437 常用制冷剂排放的方法有哪些？ ……… 232
▲ 6-438 传统的制冷剂排放到大气中的具体操作工艺是怎样的？ ………………… 233
▲ 6-439 为什么要对汽车空调制冷系统抽真空？ … 233
△ 6-440 汽车空调制冷系统抽真空的具体操作步骤是怎样的？ ………………… 234
▲ 6-441 汽车空调系统制冷剂的加注方法有哪些？ ……………………… 234
▲ 6-442 高压端加注制冷剂的操作步骤是怎样的？ ……………………… 235
▲ 6-443 低压端加注制冷剂的操作步骤是怎样的？ ……………………… 235

▲ 6-444 注入制冷剂时的注意事项有哪些? …… 236
▲ 6-445 冷冻机油在空调系统中的情况是怎样的? …… 236
★ 6-446 如何检查压缩机冷冻机油油量? …… 237
★ 6-447 新的空调系统中冷冻机油的加注量是怎样的? …… 237
★ 6-448 抽真空前加注冷冻机油的方法有哪些? …… 237
▲ 6-449 抽真空后加注冷冻机油的加注工艺是怎样的? …… 238



▲ 6-450 汽车空调系统维修后的外观检查有哪些项目? …… 239
▲ 6-451 如何判断空调系统的异常泄漏? …… 239
★ 6-452 如何确定汽车空调制冷系统制冷剂的泄漏部位? …… 239
▲ 6-453 桑塔纳轿车空调系统检查方法是怎样的? …… 240
▲ 6-454 空调制冷系统中混入空气的异常表现是怎样的?应如何排除? …… 241
△ 6-455 如何排除空调制冷系统中混入的空气? …… 241
▲ 6-456 怎样判断汽车空调制冷系统脏堵部位? …… 241
△ 6-457 汽车空调制冷系统脏堵故障如何排除? …… 242
▲ 6-458 怎样知道汽车空调制冷系统发生了冰堵? …… 242
★ 6-459 如何排除汽车空调制冷系统冰堵故障? …… 243
▲ 6-460 如何用压力表检查汽车空调制冷系统故障,如何排除? …… 243
△ 6-461 汽车空调电磁离合器打滑的原因有哪些? …… 244
▲ 6-462 汽车空调电磁离合器不能吸合的原因有哪些? …… 245
★ 6-463 如何确定膨胀阀的常见故障,应如何排除? …… 245
▲ 6-464 如何预防与排除空调系统 O 形圈的老化问题? …… 246
△ 6-465 如何预防与排除空调系统管路中铝制部件的腐蚀问题? …… 246
▲ 6-466 如何正确使用与维护空调压力测试口? …… 247
▲ 6-467 如何预防汽车空调采暖系统的故障? …… 248
△ 6-468 如何预防空调通风系统的故障? …… 249

第 7 章 汽车空调故障检修实例问答 …… 251

☆ 7-469 如何排除奥迪 A6L 空调不制冷故障? …… 251
☆ 7-470 如何排除别克轿车空调不制冷故障? …… 253
★ 7-471 如何排除空调压缩机电磁离合器不吸合故障? …… 253
☆ 7-472 如何排除别克新世纪轿车冷却液温度过高故障? …… 255
☆ 7-473 如何排除奥迪 A6 轿车空调制冷效果差故障? …… 256
★ 7-474 如何排除捷达轿车空调不工作故障? …… 257
☆ 7-475 如何排除奥德赛车空调间歇不制冷故障? …… 258
☆ 7-476 如何排除奥迪 A8 车接通空调后左前出风口吹出热风故障? …… 259

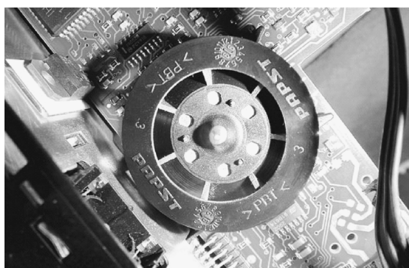


★ 7-477 如何排除宝马车发动机温度过高故障？…… 259

☆ 7-478 如何排除瑞风车空调电路接错故障？…… 260

☆ 7-479 如何排除桑塔纳 3000 轿车空调制冷效果不良故障？…… 260

★ 7-480 如何排除斯柯达昊锐轿车冷却液温度过高、制冷效果不良故障？…… 261



☆ 7-481 如何排除宝马 X5 空调工作不正常故障？…… 261

★ 7-482 如何排除广州本田雅阁散热风扇长期运转故障？…… 263

☆ 7-483 如何排除帕萨特 B5 轿车自动空调系统无反应故障？…… 264

★ 7-484 如何排除圣达菲 1.8T 轿车冷却风扇故障？…… 265

☆ 7-485 如何排除三菱帕杰罗空调压缩机不工作故障？…… 266

☆ 7-486 如何排除途安轿车空调不制冷故障？…… 267

★ 7-487 如何排除 2006 款捷达开空调熄火故障？…… 268

☆ 7-488 如何排除空调压缩机电磁离合器易烧坏的故障？…… 268

★ 7-489 如何排除江淮瑞风车空调系统工作不良故障？…… 269

☆ 7-490 如何排除空调制冷效果不佳故障？…… 271

★ 7-491 如何排除宝马车空调有时不出风的故障？…… 272

☆ 7-492 如何排除 2008 款上海大众途安空调不凉故障？…… 272

★ 7-493 如何排除 2003 款帕萨特 1.8T 空调压缩机反复吸合故障？…… 273



☆ 7-494 如何排除 2009 款波罗 1.6 空调工作 30min 后停止故障？…… 273

★ 7-495 如何排除金杯海狮车怠速时空调不工作的故障？…… 274

☆ 7-496 如何排除途观全自动双区空调暖风不热故障？…… 275

☆ 7-497 如何排除上海大众朗逸空调制冷量不足的故障？…… 276

★ 7-498 如何排除骊威空调不能制冷故障？…… 278

☆ 7-499 如何排除桑塔纳 2000GSi 轿车空调不制冷故障？…… 279

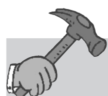
☆ 7-500 如何排除速腾空调偶发性不制冷故障？…… 280

★ 7-501 如何排除新宝来车空调有时不凉故障？…… 281

☆ 7-502 如何排除雪佛兰科鲁兹空调不制冷的故障？…… 282

参考文献 …… 283

第 1 章 汽车空调维修基础知识



1-1 什么是温度？ 常用的温标有哪几种？

温度是用来衡量物体冷热程度的物理量，用温标来表示。**温度只反映物体冷热的程度，并不表示物体具有热量的多少。**物体温度的高低可用温度计来测量，温度计是利用某些物质的体积随温度的变化而变化的特性制成的。常用的温度计有水银温度计和酒精温度计。

温度计上的标尺称为温标，**工程上常用的温标有：摄氏温标，用℃表示；热力学温标，用 K 表示；华氏温标，用℉表示。**用这三种温标测得的温度分别为摄氏温度、热力学温度和华氏温度。图 1-1 所示为华氏温度计与摄氏温度计。

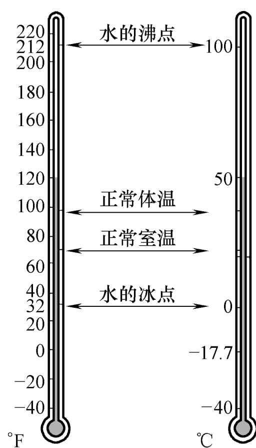
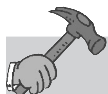
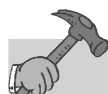


图 1-1　华氏温度计与摄氏温度计



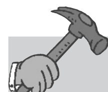
1-2 什么是摄氏温标？ 是如何规定的？

摄氏温标将标准大气压下**水的冰点（海平面）定为 0℃，沸点定为 100℃**，把这两者之间分为 100 等份，每份为 1℃。用摄氏温标标定的温度称为摄氏温度，用符号 t 表示，单位为℃。摄氏温度是人们日常生活中应用最为广泛的温标。



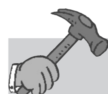
1-3 什么是华氏温标？ 是如何规定的？

华氏温标将标准大气压下水的冰点定为32℉，沸点定为212℉，把这两者之间分为180等份，每份为1华氏度，其符号为θ，单位为℉。用华氏温标标定的温度称为华氏温度。



1-4 什么是热力学温标？ 是如何规定的？

理论上把物体内部分子完全停止热运动的点称为绝对零度，将此温度定为0K，纯水的三相点定为273.16K，这种标定温度的温标称为热力学温标。用热力学温标测定的温度称为热力学温度，其符号为T，单位为K。开氏温标与摄氏温标的间隔相同。



1-5 三种温标之间有何异同？ 换算方法是怎样的？

在我国表示温度通常使用摄氏温标，欧美等国华氏温标使用得比较普遍。三种温度的比较见表1-1。三种温度的对照如图1-2所示。

表1-1 三种温度的比较换算

温度名称	代号	单位	换算方法
摄氏温度	t	℃	$t=5/9\ (\theta-32)$
华氏温度	θ	℉	$\theta=9/5t+32$
热力学温度	T	K	$T=t+273$

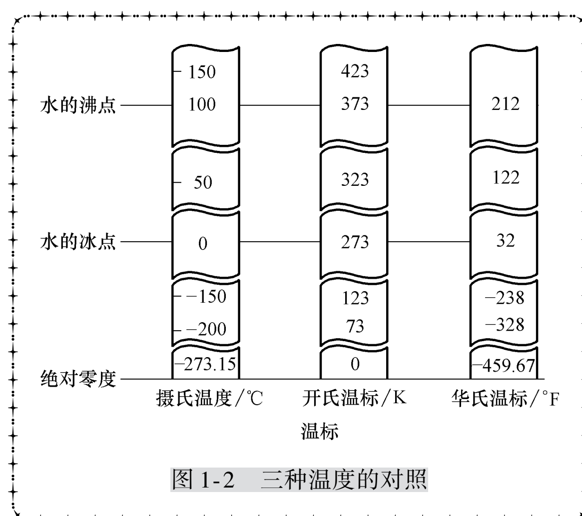
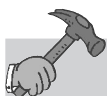


图1-2 三种温度的对照



1-6 什么是压力（压强）？ 不同压强单位之间的换算关系是怎样的？

压强是指单位面积上所承受的均匀分布且垂直于该表面的力，在工程上俗称压力。压力的法定计量单位是“帕斯卡”，单位符号为“Pa”。物理意义是 $1m^2$ 的面积上作用有 1N 的力。由于此单位较小，常用的单位是 kPa 和 MPa。

$$1MPa = 1000kPa = 10^6 Pa$$

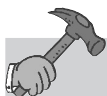
在实际使用中还有几个常用的压强单位，如工程大气压（kgf/cm^2）、毫米汞柱（mmHg）、大气压（atm）及磅/平方英寸（psi）等。它们之间的换算关系见表 1-2。

表 1-2　几个常用压强单位之间的换算关系

kPa	kgf/cm^2	mmHg	psi	atm
1	1.02	7.50	0.145	9.87×10^{-3}
9.81	1	7.36×10^2	14.2	0.98
0.133	1.36×10^{-3}	1	1.93×10^{-2}	1.32×10^{-3}
6.89	7.03×10^{-2}	51.72	1	6.80×10^{-2}
101.32	1.03	760	15.97	1

此外，还有采用巴（bar）作为压强单位，它与工程大气压的换算关系为

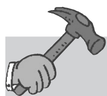
$$1bar \approx 1kgf/cm^2$$



1-7 什么是真空与真空度？

真空是指低于标准大气压下的气体状态与标准大气压下的气体状态相比较，单位体积中气体的分子数目减少了的一种现象，因此它是一个相对概念。绝对真空是不存在的。

真空度用来表示实现真空的程度。由于真空程度越高，意味着单位体积中气体分子数减少得越多，也就是说压强随之减小得也越多，所以真空度是以气体压强大小来表示的。压强越低，表示真空度越高。反之，压强越高，表示真空度越低。若以汞柱高度来表示，当压强高到 760mmHg 时，则意味着真空“消失”了，若压强继续升高，即超过了标准大气压时，则用“正压”表示。相反，低于标准大气压时，则以“负压”来表示。



1-8 什么是绝对压力与表压力？ 它们与真空度之间的换算关系是怎样的？

实际运用中，压强的表示方法有三种，它们是：“绝对压力”、“表压力”和“真空度”。绝对压力表示作用于单位面积上压力的绝对值，指完全真空状态下测出的压力；表压力是指用压力表测出的压力，表示比标准大气压高出的压力数值，即

$$绝对压力 = 表压力 + 1 个标准大气压$$

为了与绝对压力相区别，常在表压力的具体数字后面加一个（G）字，如10kPa（G）。真空度表示比标准大气压低多少的具体数量。它们之间的基本关系如图1-3所示。

图1-3　绝对压力、表压力和真空度的关系

1-9 什么是湿度？ 什么叫饱和空气和未饱和空气？

湿度用来表示空气中水蒸气的含量。湿度较高时，人就会感到不舒适。空气中常因含有一定数量的水蒸气而呈现为湿空气。

在一定温度下，空气所含的水蒸气量（即水蒸气分压力）有一个最大限度，这个最大限度就是空气湿度所对应的水蒸气饱和压力，超过这一限度，多余的水蒸气就会从湿空气中凝结出来。

空气中水蒸气含量未达到该温度下的最大限度的空气称为未饱和空气。未饱和空气具有吸收和容纳水蒸气的能力，如湿衣服挂在空气中能够被晾干，就是这个道理。

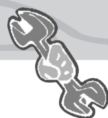
1-10 什么是露点？

对于未饱和空气，如在含湿量不变的条件下，使其温度下降，当降到相应于该含湿量的饱和空气温度时，它就变成饱和空气。如果温度再下降，空气中的一部分水蒸气就会凝结成露珠而被析离出来，这一临界温度称为露点。

露点是指空气中所含水蒸气由于当时温度下降而达到饱和（开始结露）时的温度。显然，湿度越高，露点温度和当时温度之差就越小。例如，当气温为30℃时，湿度为60%，露点温度为20.9℃；而当湿度为90%时，露点温度则上升到28.1℃。

1-11 什么是相对湿度和绝对湿度？

通常空气中水蒸气的最大含量，随温度不同而异：空气温度较高时，水蒸气的最大



含量要比温度较低时大。表示湿度大小有两种方法，一种叫相对湿度，另一种叫绝对湿度。

相对湿度：在某一温度下，空气中实际含水蒸气量（以重量计）与空气在该温度下所能含水蒸气量（重量）之比。通常随着温度的升高，空气中所能含的水蒸气量会增加，如果空气的实际含水蒸气量不变，温度升高，则空气的相对湿度下降，如图 1-4 所示。它常用百分比表示，100% 称为饱和空气，0% 称为干空气。

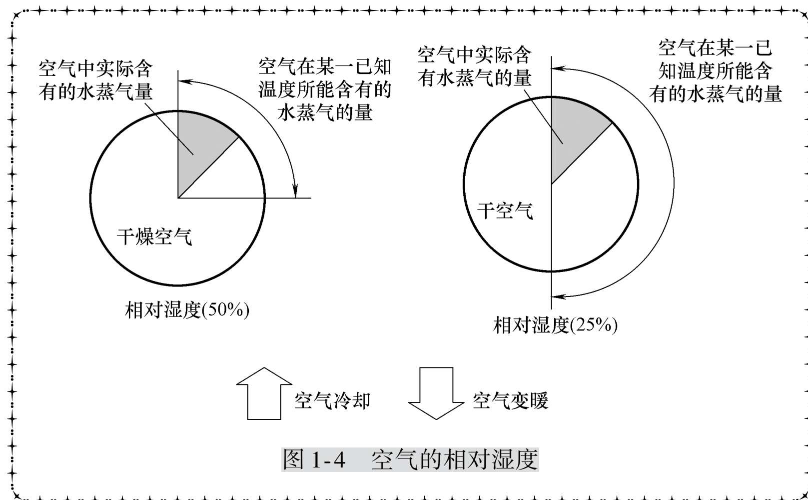
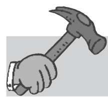


图 1-4　空气的相对湿度

空气的相对湿度是衡量制冷系统工作性能的一个重要因素，实验表明，在 26℃ 相对湿度为 30% 和在 22℃ 相对湿度为 90% 这两个环境里，人体的感觉是一样的。

绝对湿度：空气中所含水蒸气的量（重量）与干空气量之比。



1-12　如何测量空气的湿度？

湿度的测量通常用干湿球温度计，干球温度计就是普通的温度计，湿球温度计是将干球温度计的玻璃球处包上纱布，再将纱布浸在水中，水便在毛细管的作用下湿润温度计，由于在湿球处的水分蒸发带走一部分热量，使湿球处的温度降低，这样就形成了湿球温度，如图 1-5 所示。通过计算干球温度和湿球温度的差值，就可以算出空气的湿度。

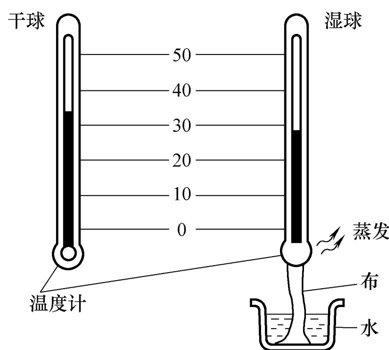
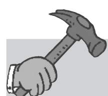


图 1-5　干湿球温度计（干湿计）



1-13 什么是饱和温度和饱和压力？

在图1-6所示的封闭容器中，其内部的液体因吸收外界热量，就会有部分液体蒸发成蒸气。当吸收的热量不变时，蒸气的温度和压力也随之稳定不变。这时液面以上的蒸气就称为饱和蒸气。此时的温度称为饱和温度，此时的压力称为饱和压力。**饱和温度和饱和压力为不定值，它们随着吸收热量的多少而增减。**但饱和温度和饱和压力的值是一一对应的。通常所说的蒸发温度和蒸发压力就是指饱和温度和饱和压力。

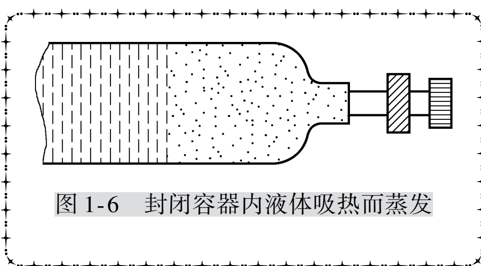
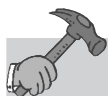


图1-6 封闭容器内液体吸热而蒸发

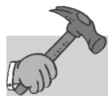


1-14 什么是临界温度和临界压力？

各种气体在一定的温度和压力下都可以液化。气体温度越高，可以使之液化的压力也就越高。但是，当温度升高超过某一数值后，压力再大也不能使气体液化。这一特定的温度，就称为临界温度。**在临界温度下能使气体液化的最低压力，就叫做临界压力。**不同的气体，其临界温度和临界压力也各不相同，表1-3列出了几种氟制冷剂的临界温度和临界压力。

表1-3 几种氟制冷剂的临界温度与临界压力

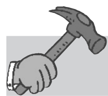
名 称	临界温度/℃	临界压力/MPa
氟制冷剂R12	112.04	4.12
氟制冷剂R13	28.78	3.86
氟制冷剂R22	96.13	4.586
氟制冷剂R134a	100.6	3.868



1-15 什么是制冷能力与制冷负荷？

制冷机就是把热量不断地从低温物体转移给高温物体的装置。制冷能力的高低是以单位时间内所能转移的热量来表示的，单位为J/h。

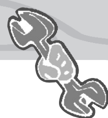
为了把车内的温度和湿度保持在一定的范围内，必须将来自车外太阳的辐射热和车内人体散发出的热量排到大气中去。这两种热量的总和就叫制冷负荷。



1-16 什么是汽化？汽化的两种方式各是怎样的？

液体从液态转变为气态的过程称为汽化。**汽化有两种方式：蒸发与沸腾。**

① **蒸发：液面上发生的汽化现象称为蒸发。**衣服晾干的过程就是一个典型的蒸发过程。蒸发的快慢与蒸发的条件有很大的关系。液体的温度越高，蒸发越快；液体的蒸发面积越大，或者液体表面气体速度越大，蒸发越快。蒸发过程是一个吸热冷却过程。



② 沸腾：将液体加热到某一温度时，例如将水在常压下加热到 100℃，其内部会产生许多气泡，这些气泡不断自由到达液体表面破裂而放出蒸气，这种在液体内部以气泡形式出现的汽化现象叫做沸腾。

蒸发与沸腾虽然同属于汽化现象，但在一定压力下，蒸发可以在任何温度下进行，而沸腾只能在到达与液体表面压力相对应的一定温度（沸点）时才能进行。液体沸腾时的温度称为沸点，又称该压力下的饱和温度，该压力称为饱和压力。液体的沸点与它的表面压力有直接的关系，压力越高，沸点越高，如图 1-7 所示。

对液体加热，可使液体沸腾。然而将液体的压力降到相应于该液体温度下的饱和压力时，液体同样也能沸腾，如图 1-8 所示。

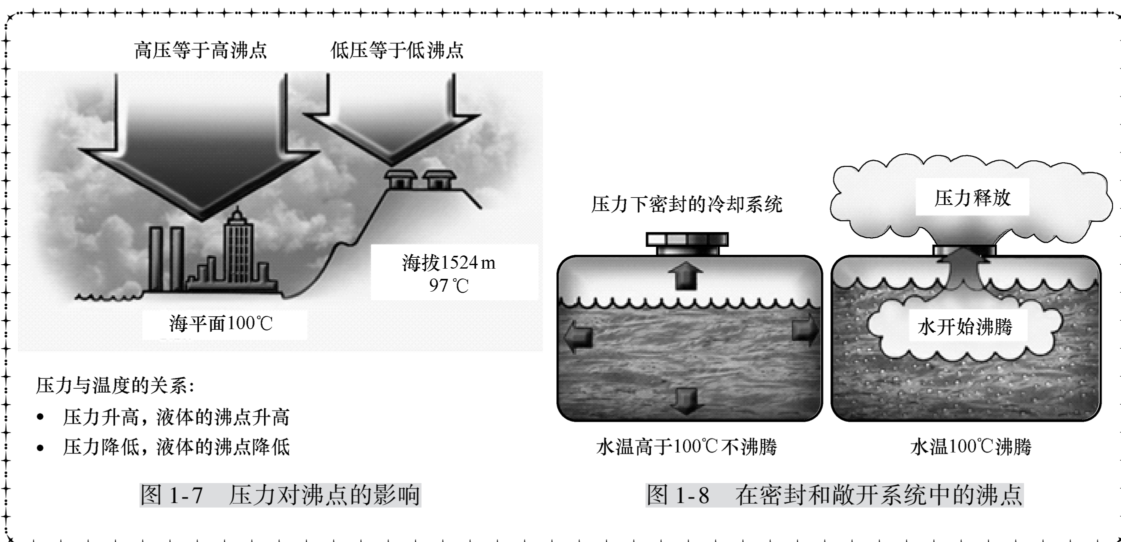
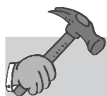


图 1-7　压力对沸点的影响

图 1-8　在密封和敞开系统中的沸点

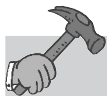
汽化需要吸收热量，单位质量的液体完全变成同温度下的气体所需要的热量，称为汽化热。同一种液体，在不同饱和温度下，其汽化热也不同。一般来说，温度越高，汽化热越小。处于饱和温度时的蒸气称为饱和蒸气。将饱和蒸气在定压下加热，即可成为过热蒸气。



1-17　什么是过热度与过冷度？

蒸气的温度高于其所处压力下对应的饱和温度时，此蒸气称为过热蒸气。而过热蒸气的温度与其饱和温度之差称为过热度。

液体的温度低于其所处压力下对应的饱和温度时，此液体称为过冷液体。而过冷液体的温度与其饱和温度之差称为过冷度。



1-18　什么是冷凝？

蒸气冷却放出热量，由气体变成液体的过程称为冷凝。冷凝时的温度称为饱和温度，如果将冷凝后的液体再度冷却，使其温度低于饱和温度，这种现象称为过冷，两者的温度差称为过冷度。气体冷凝时要放出热量。同样质量的饱和蒸气冷凝时放出的热量等于同温度下的

汽化热，物态变化与热量的关系如图1-9所示。

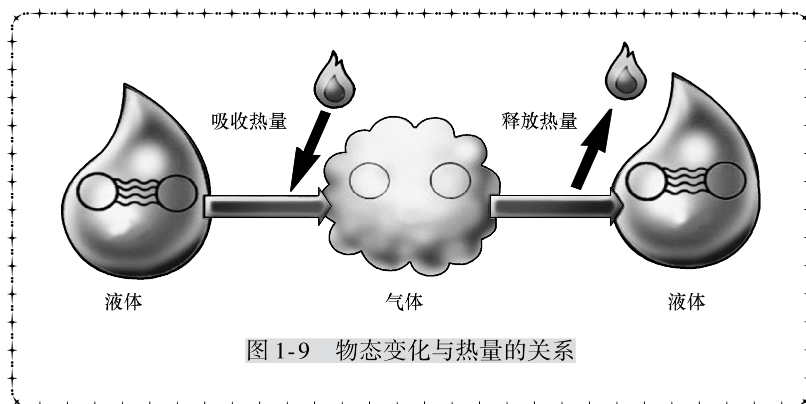
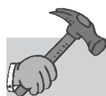


图1-9 物态变化与热量的关系



1-19 热传递的基本形式有哪几种？ 各是怎样的？

热量是热传导过程中物体内能变化的量度。热是能量的一种基本形式，它不能消失，只能从一个物体传递到另一个物体或从同一物体的一部分传递到另外一部分。根据科学定律，热量只能从高温表面传递到低温表面，直至温度相同为止。热传递的速度取决于高温表面与低温表面之间的温差。热量的法定计量单位是“焦耳”，单位符号为“J”。

空调的工作过程实际就是热量的传递和转移的过程，热量都是通过以下3个途径传递的。

（1）**传导** 在受热不均匀的物体中，通过分子运动，将热能由较热的一端传到较冷的一端的过程称为传导。**这种交换方式将一直进行到整个物体的温度相等时为止**，如图1-10所示。

（2）**对流** 当液体或气体的温度发生变化后，其密度也随之发生变化。温度低的密度大，因重力作用而向下流动；温度高的密度小，而向上升，从而形成对流。由于液体或气体本身的密度变化而形成的对流称为“自然对流”；若由于外力作用，使气体或液体的流速加快，则称为“强制对流”，如图1-11所示。

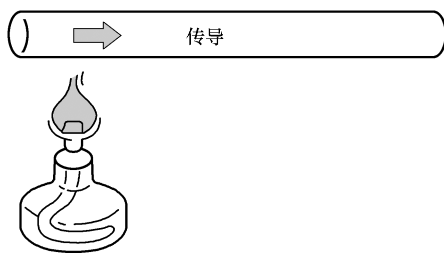


图1-10 热传导

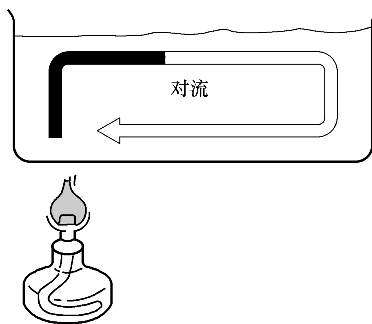
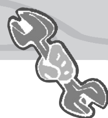


图1-11 热对流



（3）**辐射**　物体之间在不接触的情况下，高温物体将热量直接向外传给低温物体的传递方式，叫做热的辐射，如图 1-12 所示。

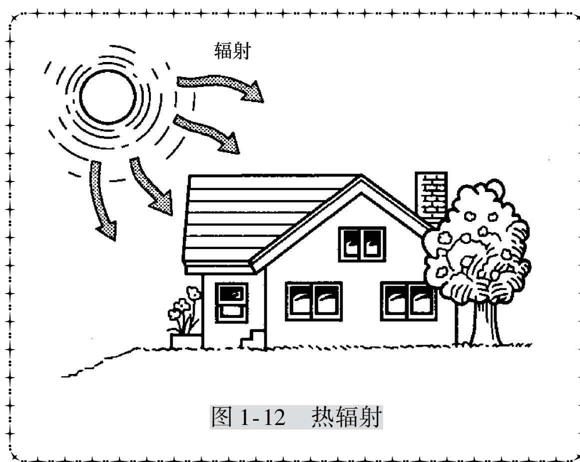
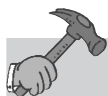


图 1-12　热辐射



1-20　在什么情况下，物质的状态会发生变化？

增加或减少物质的热量，物质的温度可能发生变化，**物质的状态也可能发生变化**。

对冰加热，冰的温度会慢慢升高；当温度达到 0℃时，冰就开始熔化，在这一阶段，0℃的水与冰共存；继续加热直至冰全部转变为 0℃的水，这一固态转变为液态的过程称为熔化，而反过来的过程叫做凝固。对水加热，水从 0℃升高到 100℃。在 100℃时，水的温度不再继续升高，而开始蒸发，直至水全部蒸发为水蒸气。水的加热过程和状态变化如图 1-13 所示。水从液态变为气态的过程叫做汽化（蒸发），相反的过程称为冷凝。物质从固态直接转化为气体叫做升华，相反的过程叫凝固。

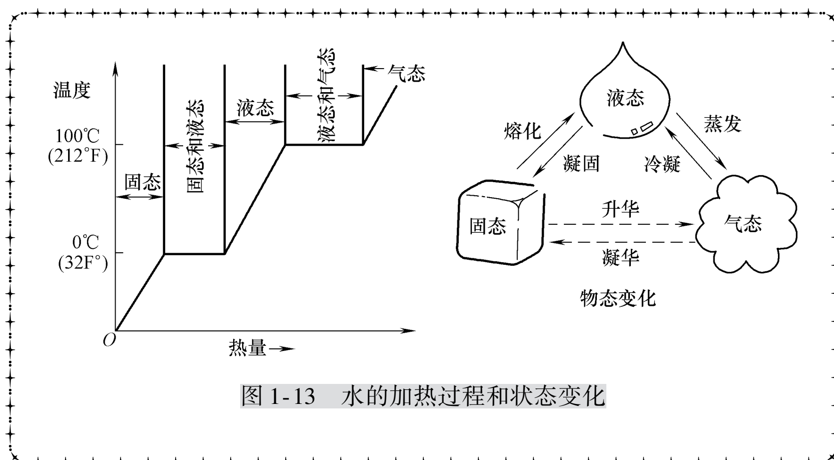
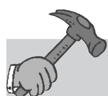


图 1-13　水的加热过程和状态变化



1-21 什么是潜热？ 什么是显热？

从水的加热过程我们可以看出，加热水时，水的温度会随加热量的增加而升高。当加热到100℃时，水的温度不再升高，而是从液态向气态转变（图1-13）。这说明**加给水的热量有两种结果，一种是使水的温度升高，另一种是使水的状态发生变化**。使物质温度升高的热量称为显热，使物质状态发生变化的热量称为潜热（图1-14）。

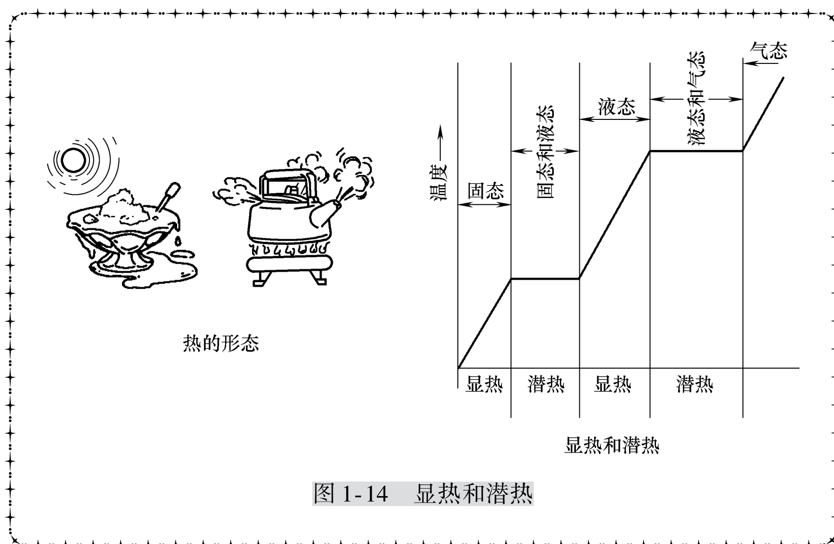


图1-14 显热和潜热

潜热按物体状态变化不同，可分为以下几种：

（1）液化热　在某温度时，物质从气体变成相同温度液体时放出的热叫做液化热。

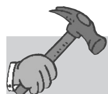
（2）凝固热　在某温度时，物质从液体变成相同温度固体时放出的热叫做凝固热。

（3）溶化热　在某温度时，物质从固体变成相同温度液体时吸收的热叫做溶化热。

（4）汽化热　在某温度时，物质从液体变成相同温度气体时吸收的热叫做汽化热。

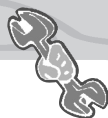
（5）升华热　在某温度时，物质从固体变成相同温度气体时吸收的热叫做升华热。

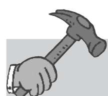
例如，1kg水沸腾开始汽化到水完全汽化为止，所加入的热量为2500kJ，这一热量就是水的汽化潜热。



1-22 热力学第一定律是怎样的？

汽车空调制冷系统在工作过程中，一直发生着不同形式的能量之间互相转换和传递，使制冷剂状态发生变化。在压缩机内，压缩机对制冷剂进行压缩，增加了制冷剂的热能；在冷凝器内，制冷剂又把热能传递给周围的空气而自身冷凝；在蒸发器内，制冷剂吸收车内空气的热量沸腾而变成气体，这一系列的热量传递和转换都是等量的。也就是说，**热量传递，或者在机械功和热量的转换过程中，能量总和保持不变**。这就是热力学第一定律。





1-23　热力学第二定律是怎样的？

热量不能自动地由低温的物体传向高温的物体。但是，**热量可以有条件地由低温物体传向高温物体**，这个条件就是要消耗外功。其关系表达式为

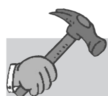
$$Q_H = Q_C + W$$

式中　Q_H——从高温热源放出的热量；

Q_C——从低温热源吸收的热量；

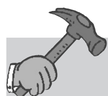
W——制冷压缩机所消耗的功。

汽车空调制冷系统就是在消耗一定功的条件下，利用制冷剂的状态变化，而将热能由低温物体（车内空气）传向高温物体（车外空气）。



1-24　空调制冷的方式有哪几种？

空调制冷的方式很多，常见的有以下四种：**液体汽化制冷、气体膨胀制冷、涡流管制冷和热电制冷**。其中液体汽化制冷的应用最为广泛，它是利用液体汽化时的吸热效应而实现制冷的。蒸气压缩式、吸收式、蒸气喷射式和吸附式制冷都属于液体汽化制冷方式。



1-25　制冷三大基本定律是怎样的？

所有自然和机械制冷系统都应遵循制冷三大基本定律：

定律Ⅰ：制冷就是除热量。无热量即冷。热量始终存在。

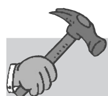
定律Ⅰ可通过汽车的制冷系统来说明。热量从汽车的车厢内除去，从而使温度降低。无热量即冷。

定律Ⅱ：热量随时向温度低的物体流动或经过。任何物体无法阻止热量的流动，仅能使之放慢。无论使用多少绝热体，热量也无法被固定住。

定律Ⅱ可通过空调器中的特殊制冷剂来说明。热量随时向温度低的物体流动，流向蒸发器中的制冷剂以及冷凝器中的外界（环境）空气。

定律Ⅲ：物质状态发生改变，肯定会有热量传递。若液体变为气体，则该液体肯定吸收了热量，热量伴随蒸气被带走。若蒸气变为液体，则蒸气肯定放热，热量被释放至温度低的表面或介质。

定律Ⅲ可通过蒸发器中液体制冷剂来说明。即随着制冷剂吸收热量，它变为蒸气。当在冷凝器中又变为液体时，热量被带走排出车外。



1-26　液体汽化制冷的制冷过程是怎样的？

任何液体汽化时都要吸收热量。在定压下 1kg 液体汽化时所吸收的热量称为汽化热。对于任何一种液体，汽化热是随其蒸发压力而变化的；而在相同的压力下，不同的工质其汽化热也是不相同的。工质的相对分子质量越小，其汽化热的数值越大；对任何一种工质，随着

蒸发温度的提高其汽化热不断减小，当达到临界状态时其汽化热为零。

在制冷系统的工作过程中，在低温下蒸发的制冷剂液体都是使高压液体经节流降压而得到的。较高压力的饱和液体节流降压后即进入两相区，并闪发出一定的饱和蒸气。对于1kg制冷剂，若用x表示闪发后的干度，则当其余液体全部转变为饱和蒸气时吸收的热量为

$$q_0 = r(1 - x)$$

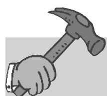
式中　q_0——单位制冷量，单位为kJ/kg；

r——单位质量工质的汽化热，单位为kJ/kg；

x——工质节流后的干度。

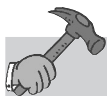
由上式可知，单位制冷量不仅与汽化热有关，还随节流后的干度而变。制冷剂液体在节流膨胀前后压力变化范围越大，则节流过程中闪发的气体量越多，因而单位制冷量就越小。

由此可见，**液体汽化制冷循环由工质低压下汽化、蒸气升压、高压气体液化和高压液体降压四个基本过程组成**。蒸气压缩式制冷、吸收式制冷、蒸气喷射式制冷和吸附式制冷都具备上述四个基本过程。



1-27　气体膨胀制冷的制冷过程是怎样的？

气体制冷机是利用高压气体的绝热膨胀以达到降温，并利用膨胀后的气体在低压下的吸热过程来制冷。气体绝热膨胀的特性随所使用的设备而变，一般有两种方式。一种方式是令高压气体经膨胀机（活塞式或透平式）膨胀，此时有外功输出，因而气体的温降大，吸热时制冷量也大，但膨胀机结构比较复杂，在一般的气体制冷机中均采用这一膨胀方式。另一种方式是令气体经节流阀膨胀（通常为节流），此时无外功输出，气体的温降小，制冷量也小，但节流阀的结构较简单，且便于进行气体流量的调节，这种膨胀方式在气体制冷机中使用较少。

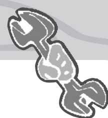


1-28　涡流管制冷的制冷过程是怎样的？

利用气体涡流制冷是法国工程师兰克1933年提出的。**涡流冷却效应的实质是利用人工方法产生旋涡使气流分为冷、热两部分，利用分离出来的冷气流即可进行制冷**。

涡流管是一根构造比较简单的管子，如图1-15所示，它主要由喷嘴、涡流室、分离孔板、调节阀及冷、热两端的管子所组成。压缩空气进入喷嘴后沿切线方向进入涡流室，形成自由涡流，且分离成温度不同的两股气流；中心部分的低温气流经分离孔板的中心孔流出，而外围边缘部分的高温气流，则在另一端经调节阀流出。所以，利用涡流管可同时获得冷、热两种不同温度的气流，冷气流的温度可达－10～50℃，热气流的温度可达100～150℃。调节阀用来改变热气流在阀前的压力，以便调节两部分气流的流量比例，从而改变冷、热气流的温度。

涡流管制冷的主要优点是结构简单、使用灵活、起动快、维护方便。只要有压缩空气，便可用涡流管制冷。涡流管制冷的主要缺点是效率低，制冷系数小于蒸气压缩式制冷机。



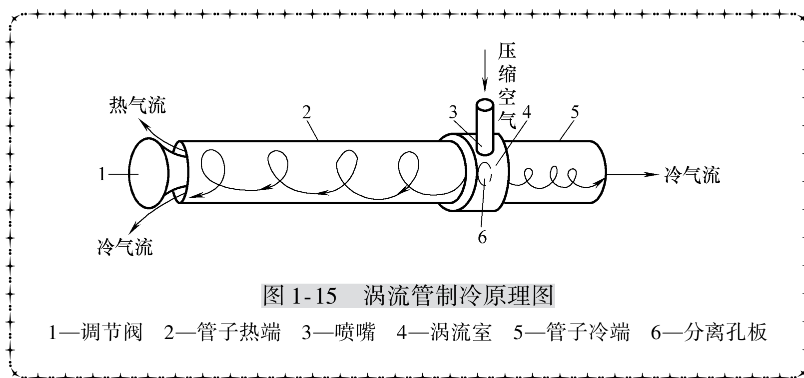
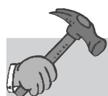


图 1-15　涡流管制冷原理图

1—调节阀　2—管子热端　3—喷嘴　4—涡流室　5—管子冷端　6—分离孔板



1-29　热电制冷的制冷过程是怎样的？

热电制冷又称温差电制冷。它是利用热电效应（即帕尔帖效应）的一种制冷方法。该方法的制冷效果主要取决于两种材料的热电势。纯金属材料的导电性好、导热性也好，其帕尔帖效应很弱，制冷效率极低。半导体材料具有较高的热电势，可以成功地用来做成小型热电制冷器。按电流载体的不同，半导体分为 N 型（电子型）半导体和 P 型（空穴型）半导体。由 N 型半导体和 P 型半导体构成的热电制冷元件如图 1-16 所示。当通以直流电流时，P 型半导体内载流子（空穴）和 N 型半导体内载流子（电子）在外电场作用下产生运动。由于载流子（空穴和电子）在半导体内和金属片内具有的势能不一样，势必在金属片与半导体接头处发生能量的传递及转换。因为空穴在 P 型半导体内具有的势能高于空穴在金属内的势能，在外电场作用下，当空穴通过结点 a 时，就要从金属片中吸取一部分热量，以提高自身的势能，才能进入 P 型半导体内。这样，结点 a 处就冷却下来。当空穴经过结点 b 时，空穴将多余的一部分势能传递给结点 b 而进入金属片Ⅱ，因此，结点 b 处就热起来。

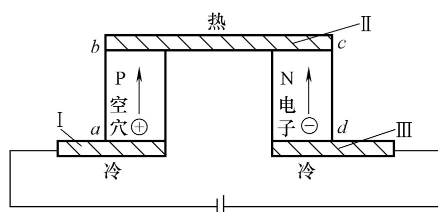
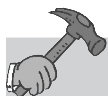


图 1-16　由 P 型半导体和 N 型半导体构成的热电制冷元件

同理，电子在 N 型半导体内的势能大于在金属片中的势能，在外电场作用下，当电子通过结点 d 时，就要从金属片Ⅲ中吸取一部分热量转换成自身的势能，才能进入 N 型半导体内，这样结点 d 处就冷却下来。当电子运动到达结点 c 时，电子将自身多余的一部分势能传给结点 c 而进入金属片Ⅱ，因此节点 c 处就热起来，这就是电偶对制冷与发热的基本原理。如果将电源极性互换，则电偶对的制冷端与发热端也随之互换。



1-30　汽车空调技术发展的几个阶段是怎样的？ 各有什么特点？

汽车空调自 1925 年问世以来，经过几十年的发展，已经由最初的奢侈品成为必需品，

它大大改善了车内环境，改善了驾驶人的工作条件，提高了乘员的舒适性。汽车空调如图1-17所示。

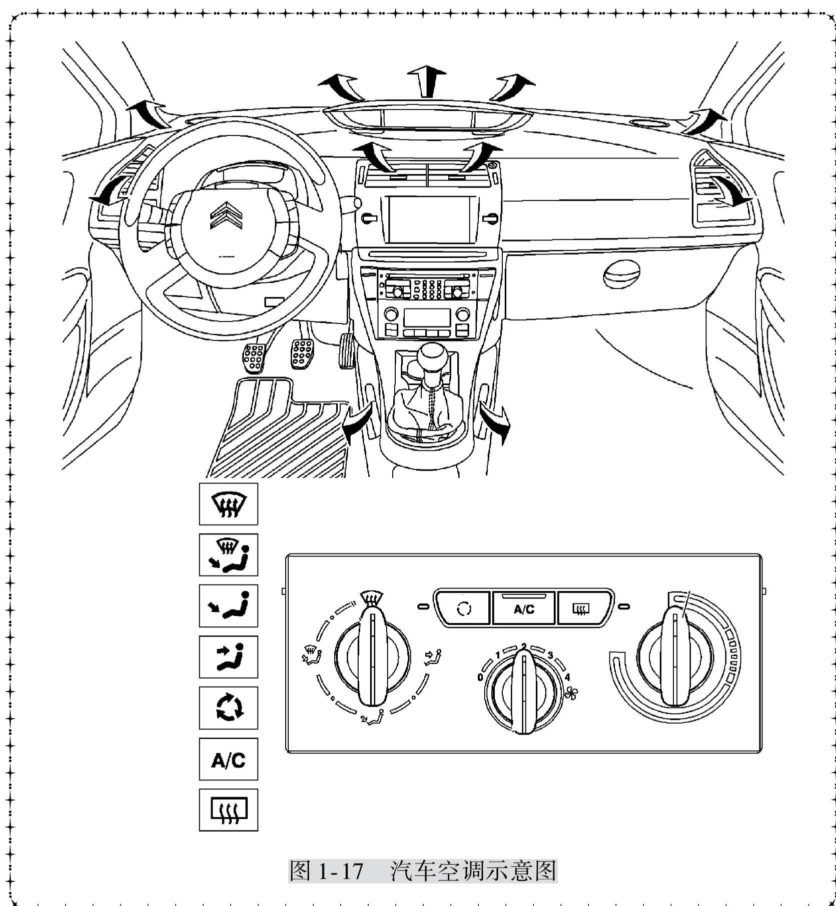


图1-17　汽车空调示意图

汽车空调技术是随着汽车的普及和高新技术的应用而发展起来的。汽车空调技术的发展经历了由低级到高级、由单一功能到多功能的5个阶段。

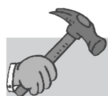
第一阶段：单一取暖。1925年，首先在美国出现了利用汽车冷却液通过加热器取暖的方法，到1927年发展到具有加热器、风机和空气滤清器的比较完整的取暖系统。该系统直到1948年才在欧洲出现。而日本到1954年才开始使用加热器取暖。目前，在北欧、亚洲北部地区，汽车空调仍然使用单一取暖系统。

第二阶段：单一冷气。1939年，美国通用汽车帕克公司（Packard）首先在轿车上安装了机械制冷的空调器。欧洲、日本到1957年才出现加装这种单一冷气的轿车。单一冷气的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。

第三阶段：冷暖一体化。1954年，美国通用汽车公司首先在纳什（Nash）牌轿车上安装了冷暖一体化的空调器，这时的汽车空调基本上具有调节控制车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进，目前的冷暖一体化汽车空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种方式目前仍然在大量的经济型汽车上使用，是目前使用量最大的一种方式。

第四阶段：自动控制。冷暖一体化汽车空调需要人工操纵，这显然增加了驾驶人的劳动强度，同时控制效果也不太理想。自从冷暖一体化汽车空调出现后，美国通用汽车公司就着手研究自动控制的汽车空调，并于 1964 年首先安装在凯迪拉克（Cadillac）牌轿车上，紧接着福特、克莱斯勒等汽车公司竞相在各自的高级轿车上安装。日本、欧洲国家直到 1972 年才在高级轿车上安装自动控制的汽车空调。目前，高档轿车的全自动空调与其他电控系统组成局域网，根据车内外的环境情况，自动控制汽车空调系统的工作，既提高了调节效果，又节约了燃料。

第五阶段：微机控制。1973 年，美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司联合研究微机控制的汽车空调，1977 年同时安装在各自生产的汽车上。微机控制的汽车空调不仅功能增加了，且数字化显示。微机根据车内外的环境条件，控制汽车空调的工作，实现了汽车空调运行与汽车运行的相互统一，极大地提高了调节效果，节约了燃料，从而提高了汽车的整体性能和舒适性。



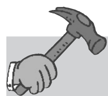
1-31　我国汽车空调工业发展的几个阶段是怎样的？

我国汽车空调工业的发展大致经历了三个阶段。

第一阶段，从 20 世纪 60 年代初到 20 世纪 70 年代末，**主要是利用汽车发动机排出的废气或冷却液循环产生的热量来供给车内取暖。**

第二阶段，20 世纪 80 年代初至 20 世纪 90 年代初。20 世纪 80 年代初期，我国从日本购进制冷降温用的汽车空调系统，装配在红旗、上海等小轿车和豪华大客车上；20 世纪 80 年代中后期，我国一汽、上海、北京、广州、佛山等厂**从日本、德国引进先进的空调生产线和空调生产技术，生产大中型客车、轻型车及轿车的空调系统，**为我国的汽车空调发展打下了良好的基础。

第三阶段，从 20 世纪 90 年代开始至今。国内有一批形成生产规模的汽车空调制造企业，**分别从国外引进最先进的压缩机、冷凝器和蒸发器的生产技术和生产线。**同时，按照《蒙特利尔议定书》和《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》的要求，普及应用汽车空调制冷系统工质由 R12 向 R134a 的转换。至此，我国汽车空调技术在短时间内达到了接近世界先进水平。

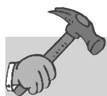


1-32　我国汽车空调工业发展的现状是怎样的？

我国现有主要汽车空调生产厂家 20 多家，其中绝大部分都引进国外技术生产线和生产设备，还有些是中外合资企业，国内汽车空调技术的研究和开发与国外的差距正逐渐缩小。

从市场占有情况看，由于目前大多数汽车空调生产厂家未具规模，加上汽车空调种类繁多，国内汽车空调销售市场仅为几家所垄断。其中上海德尔福汽车空调系统有限公司生产的爱斯牌汽车空调为别克、帕萨特、桑塔纳、捷达、富康、切诺基等车型配套；杰克赛尔汽车空调有限公司生产的空调主要为奥迪、红旗轿车及解放牌重、中、轻型车配套，湖北沙市电工仪表集团生产的空调为东风汽车公司、神龙汽车公司的货车和富康轿车配套；广州豪华空调器有限公司生产的空调为海马汽车、奥拓、广汽本田、长安之星配套。随着我国汽车配件

市场的逐步放开，国内汽车空调生产厂家面临国外汽车空调专业生产厂家的挑战，因此国内汽车空调生产如何走上专业化、规模化经营之路，将成为我国未来几年汽车空调业迫切需要解决的问题。



1-33 汽车空调工业发展的趋势是怎样的？

当前，从市场需求方面看，汽车空调装置应进一步降低成本，提高燃油经济性；从制造方面看，随着车厢地板的降低以及车辆向大型化、高级化发展，需进一步提高汽车空调各组成装置的紧凑性和效率；从乘员和驾驶人方面看，车内温度要合理分布、设备操作要简便，空调装置应向全季节型发展。

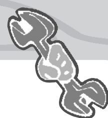
（1）**日趋自动化** 早期的汽车空调进出风系统、冷气系统和暖气系统彼此间互相独立，因而它们的控制系统也自成一体，且汽车空调都是手动控制，仅凭人的感觉来调节开关，因而温度、湿度及风量很难控制。近年来，随着电子计算机的普及并逐步应用到汽车空调系统，使得空调系统的控制效果日趋完善，空调设备的性能也越来越高。使用这种空调系统能进行全天候的空气调节，集制冷、取暖、通风于一体。在人为设定的最佳温度、湿度及风量的情况下，该系统可根据车厢内人员数量及其他情况的变化进行多档位、多模式的微调，从而达到设定的最佳值，使车内始终保持舒适的人工气候环境，同时可进行故障自动诊断和数字显示，进而缩短其检修和准备时间。

（2）**提高舒适性** 目前不少汽车空调系统的制冷和取暖是各自独立的系统。每当梅雨季节，车窗玻璃上常常蒙上雾气，若要去掉雾气，必须起动冷气装置，但这样会使车内太冷。为了克服此缺点，正在开发一种全季节型的空调系统，该系统具有换气、取暖、除湿、制冷等功能，夏天由发动机驱动制冷系统，冬天由加热器制热取暖，过渡季节（如梅雨季节）则采用制冷与取暖混合吹出温和风进行除湿，使车厢内换气情况达到最佳状态。

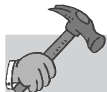
（3）**高效节能、小型轻量化** 要进一步降低空调装置的重量和外形尺寸，必须提高各组成装置的结构紧凑性和效率。在压缩机方面，以往的空调系统多采用斜板式压缩机，这种压缩机制冷能力相对较低，性能系数和容积效率也相对较小。为了提高压缩机性能，现已使用了制冷效率高的旋转式压缩机和三角转子压缩机。在冷凝器和蒸发器方面，管片式换热器已逐渐被管带式换热器取代。目前散热性能更佳、结构更为紧凑的平行流冷凝器和层叠式蒸发器又有取代管带式换热器的趋势。在制冷管路方面，进行优化设计使管路结构更为合理，并在管路上装配防振橡胶块以防共振等。

（4）**向环保型汽车空调发展** 汽车空调制冷剂R12对大气臭氧层有一定的破坏作用，根据《蒙特利尔议定书》规定，发达国家1996年开始禁用R12，发展中国家2006年完全禁用R12，世界各国都在积极研制一种更适合环境保护的新型制冷剂。目前世界各国一致公认R134a是R12的首选替代物，并基本上解决了空调系统的匹配和材料等一系列问题。

（5）**新型空调结构和系统得到发展** 空调制冷方式有许多种，目前应用于汽车空调的制冷方式全部为蒸气压缩式，其他制冷方式，如吸收式、吸附式、蒸气喷射式、空气压缩式等，很少在汽车空调上采用。但利用发动机的余热来驱动制冷系统是一个理想的节能方案，所以世界各国都在研究这种新技术，如氢化物汽车空调系统、二氧化碳汽车空调系统、固体吸附式汽车空调系统和吸收式汽车空调系统等。



（6）**出现新型空调部件** 新结构、新材料、新工艺将不断应用于汽车空调部件，主要体现在热交换器和管口连接上，以保证得到更理想的性能。据了解，奔驰、宝马、奥迪、凯迪拉克等豪华轿车的空调系统，在承接自动恒温空调的数字变频恒温、内外循环和后排出风等优点的基础上，具有了设计更先进、更人性化的特点，前后左右四个座位的温区均可由乘客自己动手调节。



1-34 汽车空调采用了哪些新技术？

随着人类对环境污染的重视和科技水平的提高，目前，在汽车自动空调系统采用了许多新技术，今后几年内，汽车空调将在下列方面采用新技术。

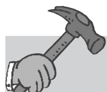
（1）**系统控制向智能化、网络化发展** 不仅在轿车上如此，在大客车及其他车型上也向微机智能化控制方向发展。冷、暖、通风三位一体化，控制设定、运行及故障报警实现数字显示化。由电脑根据车内、外环境温度和人工设定要求，自动控制压缩机运转、热水阀开度、风机速度、辅助发动机转速及各种风门的开闭位置，并有故障诊断和记忆功能。由于实现了智能化、网络化，不仅提高了乘员舒适性，而且节省能源，缩短故障判断时间。

（2）**可变排量压缩机进一步得到发展和应用，涡旋式压缩机前景看好** 涡旋式压缩机早在 19 世纪初就已开发出来，但直到 1988 年才由 Copeland 公司在家用空调器和热泵上得到实际应用，到 1993 年三电公司正式开发出适宜于汽车空调上用的涡旋式压缩机。在加工、材料等疑难问题逐步得到解决后，它的高效、节能、零部件数少等优点大受人们青睐。

（3）**换热器进一步向小型化、高效能方向发展** 平流式冷凝器和层叠式蒸发器将进一步发展，层叠式管片工艺与多元平流式原理在蒸发器和冷凝器上相互渗透、相互结合，出现多元流层叠式蒸发器和叠片式多元平流冷凝器。管子内肋翅更细化，壁厚和直径进一步减小，翅片的开口及凹凸形状将更精确、更科学，翅片的厚度也更薄。

（4）**跨临界二氧化碳（CO_2）汽车空调系统将日趋成熟** CO_2 作为最早采用的制冷剂之一，在 19 世纪末就曾经应用，但由于技术原因，一直未普及。随着氯氟碳制冷剂工质对环境的危害渐渐被人们所重视，采用超临界循环的 CO_2 系统以其优良的环保特性、良好的传热性质，较低的流动阻力及相当大的单位容积制冷量，重新在制冷领域受到重视。目前，美、日、欧都相继研制成功了二氧化碳汽车空调系统并装车试运行，并逐步进入二氧化碳压缩机小批量生产应用阶段。

（5）**新型空调结构** 除了单向制冷以外，不少汽车上已开始使用双向空调，即采用热泵系统，夏季制冷，冬季取暖（逆向工作）。由于热泵系统冬季供暖效率较低，往往需要加设一个水暖加热器，并由控制系统自动控制热泵系统的工作。当水温高时，发动机冷却液进入水暖加热器；当水温低时，自动起动压缩机工作，制冷工质逆向流动，蒸发器成了散热器。



1-35 大气层中臭氧的分布是怎样的？

自从发现南极上空的臭氧层出现空洞以来，就产生了关于人类健康后果和对环境的一些担心。“臭氧耗尽”以及“温室效应”带来的“全球变暖”已经引起了媒体的广泛关注，

全世界对此给予了密切的关注。

臭氧（O_3）是一种具有渗透性的、有刺激性气味引起并令人产生兴奋作用的气体。臭氧由氧原子组成，但化学性质与一般的氧气不同。因此，它被称为氧分子的“同素异构体”。在浓度大时，臭氧被认为是一种有毒的气体。然而，臭氧层却保护着地球上的生命，使其不会受到紫外线辐射的损害。

大气层向上延伸数百公里，如图1-18所示。厚度达11km左右的大气层的最底层叫做对流层。对流层以上到大约48km之间的部分叫平流层。平流层以上叫电离层。

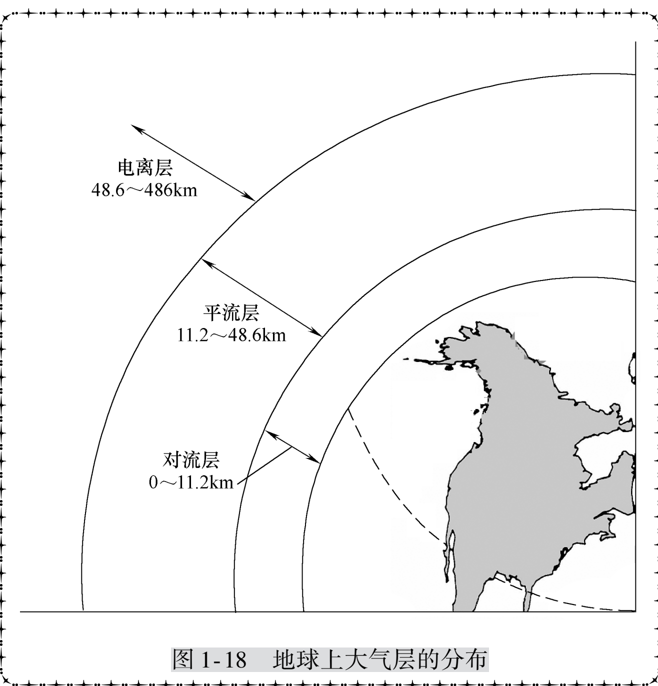
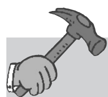


图1-18　地球上大气层的分布

大气层的臭氧约有90%存在于平流层中，主要分布在大气层高度15～35km。这与其他的大气层气体不同，因为其他的大气层气体大都集中在对流层中。在平流层中，即使臭氧最密集的部分，体积分数也不超过10×10^{-6}，即每10万个分子中仅有一个臭氧分子。例如，如果大气层中所有的臭氧都集聚在海平面上，也只能形成不到3mm厚的一层。大气层中含有臭氧约30亿t，这相当于地球上每人726kg。不过与大气层的总质量相比，臭氧量可以忽略不计。



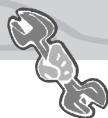
1-36 臭氧的形成与作用是怎样的？

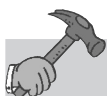
臭氧是由放电作用而形成的。在平流层中，紫外线对氧的辐射作用能更频繁地形成臭氧。氧分子中的氧原子分离，分离出的原子再与其他氧分子结合，从而形成含三个氧原子的臭氧（O_3）。

阳光对平流层臭氧的形成起关键作用，因此臭氧主要形成在赤道附近地区上空，因为这里太阳光辐射最强。在地球风的轻微循环作用下，臭氧再扩散到整个平流层。平流层臭氧浓度在全世界是不同的，赤道地区最低，靠近两极的南北纬度63°附近最高。

来自太阳的射线有不同的波长，范围从紫外线经过可见光到红外线。紫外线辐射对生物体非常有害，能引起晒斑、皮肤癌、眼病（包括白内障）、早期衰老和皮肤起皱。紫外线辐射还能破坏像海洋中的浮游生物这样的微生物，因而剥夺了生物体的某些天然食物，破坏了地球生态食物链。受到过多紫外线辐射，植物和农作物也会受到破坏。

具有破坏性的紫外线辐射由大气层中的臭氧所吸收，不会到达地球。臭氧层起到一个巨大遮阳屏或者一个遮光伞的作用，它将地球罩住，保护着生命，使其免受危险的紫外线辐射。臭氧的耗尽会使更多的紫外线照射到地球和生物体上。

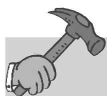




1-37　目前地球臭氧层的破坏现状是怎样的？

1985 年，英国科学家观测到南极上空出现臭氧层空洞，并证实其同氟利昂（CFCs）分解产生的氯原子有直接关系。这一消息震惊了全世界。**1994 年，南极上空的臭氧层破坏面积已达 $2.4\times10^9\text{m}^2$，北半球上空的臭氧层比以往任何时候都薄，欧洲和北美上空的臭氧层平均减少了 10%～15%，西伯利亚上空甚至减少了 35%**。科学家警告说，地球上臭氧层被破坏的程度远比一般人想象的要严重得多。

氟利昂等消耗臭氧物质是臭氧层破坏的元凶，氟利昂是 20 世纪 20 年代合成的，其化学性质稳定，不具有可燃性和毒性，被当做制冷剂、发泡剂和清洗剂，广泛用于家用电器、泡沫塑料、日用化学品、汽车、消防器材等领域。80 年代后期，氟利昂的生产达到了高峰，产量达到了 144 万 t。在对氟利昂实行控制之前，全世界向大气中排放的氟利昂已达到了 2000 万 t。由于它们在大气中的平均寿命达数百年，所以排放的大部分仍留在大气层中，其中大部分仍然停留在对流层，一小部分升入平流层。在对流层相当稳定的氟利昂，在上升进入平流层后，在一定的气象条件下，会在强烈紫外线的作用下被分解，分解释放出的氯原子同臭氧会发生连锁反应，不断破坏臭氧分子。科学家估计一个氯原子可以破坏数万个臭氧分子。



1-38　大气臭氧层的破坏原理是怎样的？

汽车空调使人们享受到了适宜的车内环境，也给外界带来了负面影响，大气层中的氟利昂有 30% 来自汽车空调系统。**空调使用的氟氯烷（又称氟利昂）类制冷剂 R12 中含有氯（Cl），而氯会与臭氧发生反应，使臭氧分解，一个氯分子会与臭氧分子发生一系列反应而使成千上万的臭氧分子分解**，这种链式反应能持续几十年，甚至上百年，直至氯分子与其他物质直接合成化合物或氯分子沉降为止。



$$Cl + O_3 \longrightarrow O_2 + ClO \qquad ClO + O \longrightarrow O_2 + Cl$$

如此周而复始，结果一个氯分子就能破坏多达 10 万个臭氧分子，如图 1-19 所示。总的结果，可以用化学方程式表示为



$$2O_3 \longrightarrow 3O_2$$

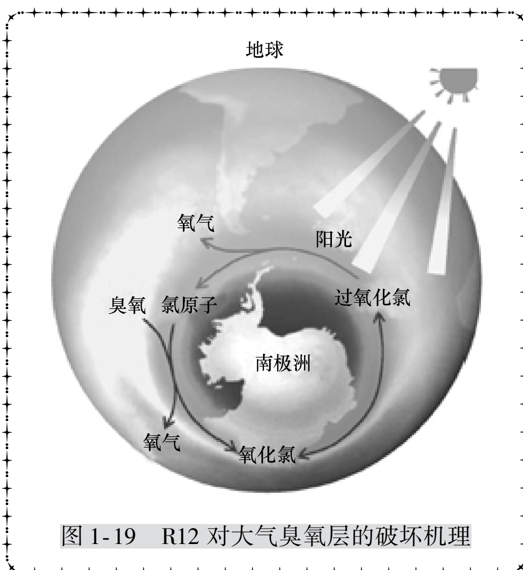
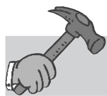


图 1-19　R12 对大气臭氧层的破坏机理

虽然反应中氟利昂分子所起的作用类似于催化剂，但由于其参加了反应过程，因而严格意义上不属于催化剂。



1-39　什么是空调？ 汽车空调的调节包括几个方面？

所谓空气调节（简称为空调），是指根据人的舒适性方面的要求，对空气的温度、湿

度、洁净度及流动速度等进行必要的调节，使之符合人的需要，如图1-20所示。空调系统使驾驶车辆时的感觉更加舒适。空调系统向车厢内吹入凉爽、干燥的空气，使车厢内部保持适宜的温度。**汽车空气调节的内容主要包括温度、湿度、空气洁净度、空气流动速度及热辐射调节等几个方面。**

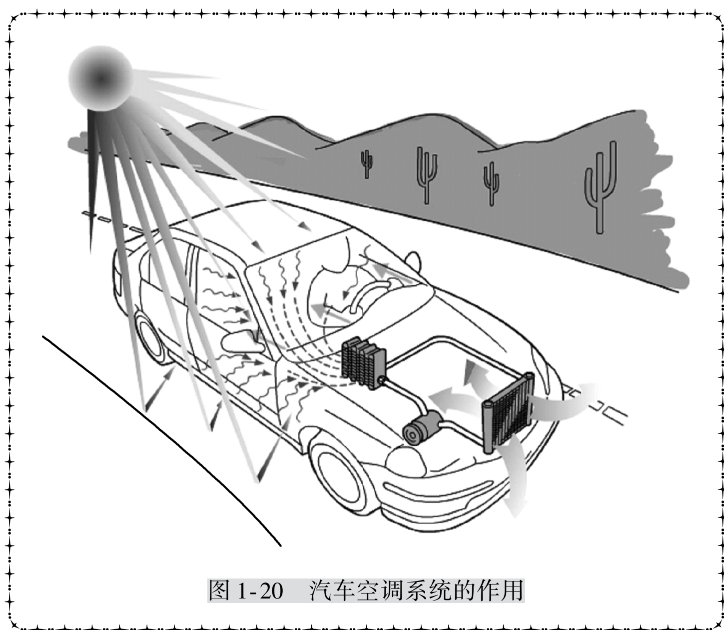
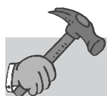
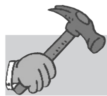


图1-20　汽车空调系统的作用



1-40 汽车空调的温度调节是怎样进行的？

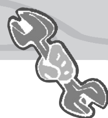
对空气温度的调节包括冬季加热和夏季降温两种情况。加热一般是利用冷却液或排气管的余热来进行的；降温则必须用专门的制冷设备，即用汽车空调制冷系统来进行。在实际中，当气温在25℃时，人感到最舒适。当使用汽车空调系统制冷时，设定的制冷温度比环境温度低5～10℃即可，过大的车内、外温差，不但使乘员易患感冒，而且压缩机工作时间过长，不但导致压缩机故障增多、寿命缩短，而且耗费过多的功率。推荐使用的调节温度为：冬季18～20℃，夏季25～27℃。



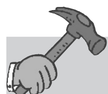
1-41 汽车空调的湿度调节是怎样进行的？

空气的湿度是指空气中水蒸气的含量百分数。对湿度的调节一般都是降低湿度，即除湿，特别是在夏季尤其如此。在同样的温度下，湿度越大人感到越热。因此，在降低温度的同时降低湿度能使人感到更凉爽、更舒适。**湿度的降低是通过车内空气中的水蒸气在蒸发器表面凝结成水，然后流出车外完成的。**

我国南方比北方的空气湿度大；夏天比冬天的空气湿度大；雨天比晴天的空气湿度大（雨天时的空气湿度几乎达100%）。我国南方夏季的空气湿度约70%～80%，冬季约60%～70%；北方夏季约60%～70%，冬季约40%～50%。人感到最舒适的空气湿度是



60% ~70%。实践证明，如果空气湿度过小，人会感到口干舌燥；相反，若空气湿度过大，人又会感到闷热憋气。因此，当空气湿度过大或过小时，都应进行调节。



1-42 汽车空调的特点是怎样的？

汽车空调使用的特殊性，决定了它在结构、材料、安装、布置、设计、技术要求等方面与普通空调有较大的区别。汽车的车厢内工作条件比房间要恶劣得多，如汽车直接暴露在太阳下或风雪下，隔热措施困难；汽车在行驶时有大量风沙、废气从各种缝隙钻入车厢，造成车厢的空气污染并增加热负荷；汽车的行驶速度变化无常，难以保证稳定的空调工况等。概括起来，汽车空调的特点有如下几点。

1. 要求制冷量大，降温迅速

① 作为汽车空调的对象，汽车车厢容积狭小，人员密集，有时流动性还较大，车身热工性能和密封性能都较差，其热、湿负荷大，气流分布难以均匀。因此，要求所配备的汽车空调机组制冷量要大，能迅速降温。

② 太阳入射热负荷大，而车厢隔热困难。车内温度决定于暴露在太阳下的表面积与车厢内容积之比以及门窗面积与车厢表面积之比。

③ 在我国大部分地区，夏季汽车长时间停在烈日之下，车内温度会上升到50℃以上。

2. 动力源多样

汽车空调系统不能用电力作动力源，原因是设计上比较困难，轿车、轻型汽车及中型客车其制冷所需的动力来自同一发动机，这种空调系统叫非独立空调系统。对于大型客车、冷藏车，由于所需制冷量比较大，采用专用发动机驱动，故称为独立式空调系统。

在动力源的处理上，汽车空调比普通的房间空调要困难得多。至今为止，其压缩机不是靠发动机就是靠辅机驱动，这就决定了汽车空调压缩机只能采用开启式结构，这带来了轴封要求高、制冷剂容易泄漏的问题。当空调压缩机由发动机驱动时，其制冷能力随车速和负荷的变化较大。当汽车慢速行驶或怠速状态时，其制冷能力较小，难以维持稳定的空调工况，甚至无法正常工作。

3. 系统中制冷剂流量变化幅度大，设计困难

对于发动机驱动的汽车空调，由于汽车车速变化大，发动机的转速可从600r/min 变到4000r/min，压缩机的转速与发动机转速成正比，因而压缩机的转速变化可能比发动机转速高 7 倍，这对汽车空调系统的流量控制、冷量控制等方面的设计造成了困难。

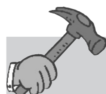
4. 冷凝温度（压力）高

对于轿车、货车、小型旅行车等大多数车辆，冷凝器置于汽车散热器的前面，其散热效果受发动机散热器辐射的热量、汽车行驶速度、路面尘土污染的影响，尤其在汽车怠速或爬坡时，不仅冷凝器温度及冷凝压力异常升高，而且影响汽车发动机散热器散热。

5. 制冷剂容易泄漏

由于汽车在颠簸不平的道路上快速移动、振动厉害、连接处容易松动，冷凝器容易因被飞石击伤或泥浆腐蚀，而产生渗漏现象。汽车是运动中的物体，要能适应道路颠簸等各种路况，因此对包括汽车空调系统各组成部件在内的零部件振动、噪声、安全可靠等方面的技术

要求更严格。为保证汽车空调工作的可靠性、减少制冷剂的泄漏，对压缩机的密封、制冷剂管路的连接和冷凝器防腐蚀与防击伤等措施，都比普通空调要求的高。



1-43 汽车空调由哪几部分组成？

汽车空调系统的功用是调节车内温度（即提供冷气与暖气）和通风净化空气。**汽车空调系统由制冷系统、采暖系统、通风系统和控制系统等四个子系统组成。**各型汽车空调系统的组成大同小异，图 1-21 所示为桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统的组成与零部件的安装位置。

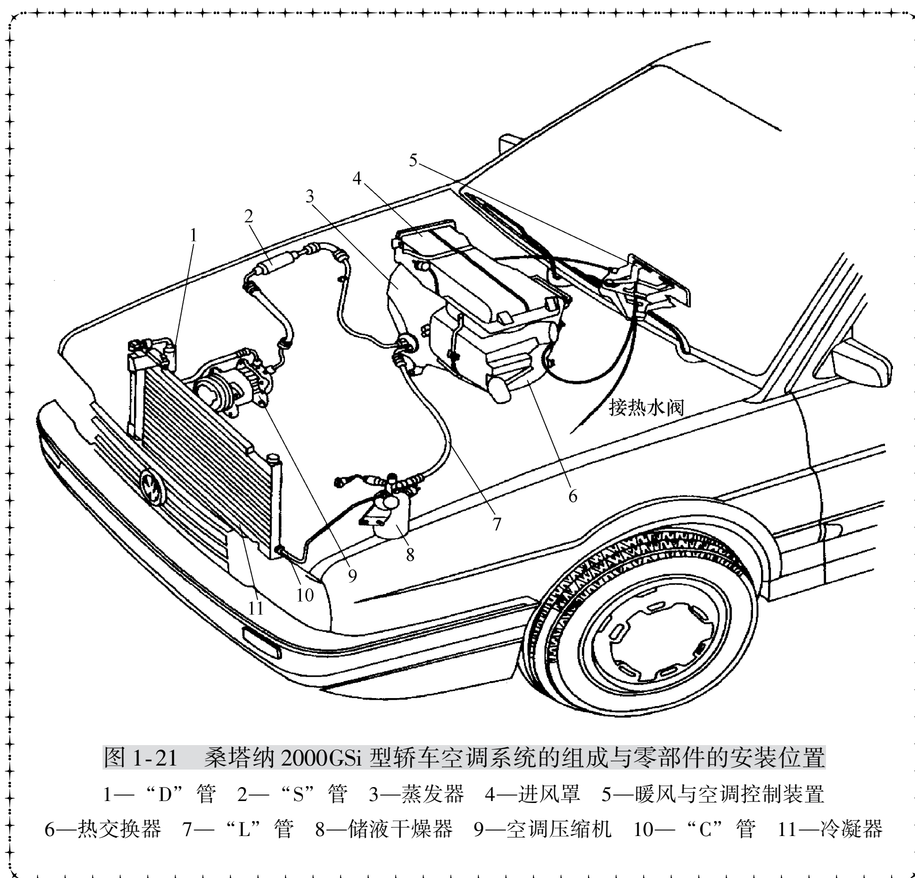
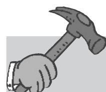


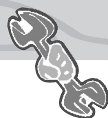
图 1-21 桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统的组成与零部件的安装位置

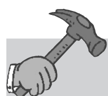
1—“D”管 2—“S”管 3—蒸发器 4—进风罩 5—暖风与空调控制装置 6—热交换器 7—“L”管 8—储液干燥器 9—空调压缩机 10—“C”管 11—冷凝器



1-44 汽车空调制冷系统的作用是怎样的？

制冷系统是汽车空调系统最重要的子系统，其主要功用是**夏季为车内提供冷气**。因为作为冷源的蒸发器的温度低于空气的露点温度，所以制冷系统还具有除湿和净化空气的作用。



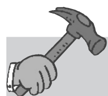


1-45 汽车空调采暖系统的作用是怎样的？ 独立式和非独立式暖风系统各有什么特点？

采暖系统又称为暖风系统，其主要功用是在冬季为车内提供暖气以及为风窗玻璃除霜、除雾。根据获取热源的方法不同，汽车空调暖风系统可分为独立式和非独立式暖风系统两种类型。

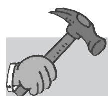
独立式暖风系统是利用柴油或煤油等燃料在一个专门的燃烧装置内燃烧产生热量为车内提供暖气。**独立式暖风系统的特点是供暖充分，不受汽车运行状态的影响，但结构复杂，耗能多，故主要用于需要较大供暖量的大、中型客车。**

非独立式暖风系统是利用发动机工作时冷却液的余热（95℃左右）为车内提供暖气，因此也称为水暖式暖风系统。**其具有结构简单、成本低、不耗能、操作维修方便等优点。**虽然非独立式暖风系统的供暖量较小，但对小型客车和轿车来说足以满足车内供暖需求，因此广泛应用于小型客车和轿车。**其缺点是供暖量受汽车发动机工况的影响较大。**



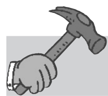
1-46 汽车通风系统的功用是怎样的？ 什么是自然通风和强制通风？

通风系统的功用是净化车内空气，保持车内空气新鲜舒适。**汽车通风分为自然通风和强制通风两种形式。**自然通风是利用汽车行驶时，在汽车内、外产生的风压来实现的换气通风。强制通风是利用鼓风机将车外空气强制送入车内来实现的换气通风。



1-47 汽车空调控制系统的作用是怎样的？

控制系统的功用是控制空调系统工作，实现制冷、采暖和通风。控制系统主要由电气部件、真空管路、操纵机构和控制开关等组成。控制系统一方面要对制冷和采暖系统的温度、压力进行控制，另一方面要对车内空气的温度、风量、流向进行操纵控制，从而实现空调系统的各项功能。

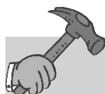


1-48 大中型客车、小型客车和轿车的空调系统的结构各有什么特点？

在大中型客车上，上述各系统通常独立安装并可单独使用。如在车顶安装两个或三个独立的强制换气扇用于车内通风换气，冬季采用独立的燃油燃烧式加热器为车内供暖，夏季则用专门的空调发动机（副发动机）驱动独立式制冷系统为车内提供冷气。

在小型客车和轿车上，则将上述各系统有机地结合起来，组成具有采暖、通风、降温、除湿、风窗玻璃除霜、除雾等功能的冷、暖一体化空调系统。这种空调系统冷、暖、通风共用一只鼓风机和一套操纵机构，采用冷暖混合式调温方式和多种功能的送风口，使整个空调系统具有总成数量少、占用空间小、安装布置方便，操作调控简单、温湿度调节精度高以及

出风分布均匀等优点，而且能十分容易地实现自动控制，为自动空调系统奠定了良好的基础。



1-49 膨胀阀式制冷循环系统的结构和工作原理是怎样的？

图 1-22 所示为膨胀阀式的制冷循环系统。循环系统主要包括压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器和管路等主要部件。

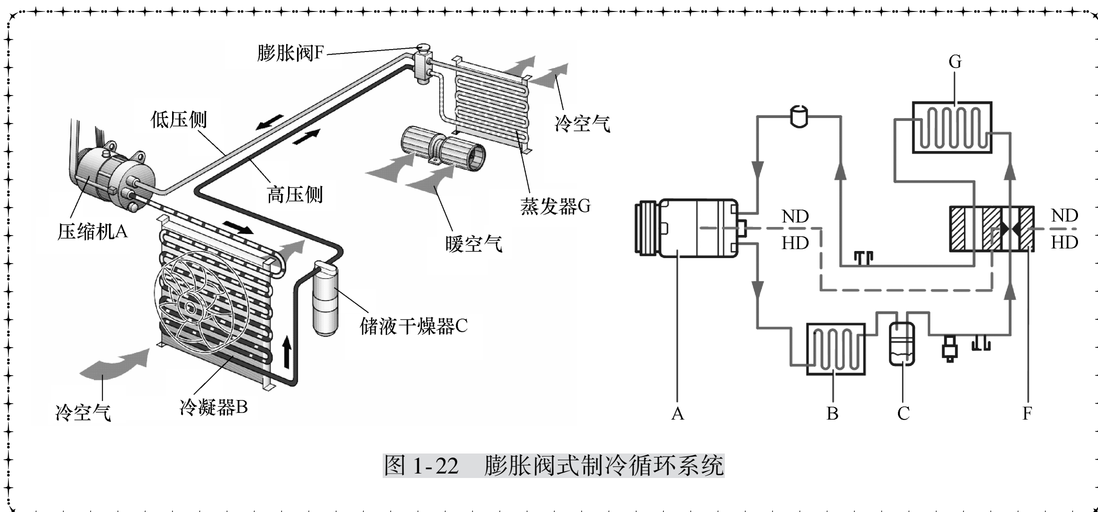
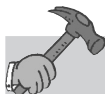


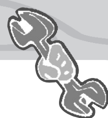
图 1-22 膨胀阀式制冷循环系统

这种制冷循环的工作原理是压缩机将气体的制冷剂提高压力（同时温度也提高），目的是使制冷剂比较容易液化放热。高压的气体制冷剂进入冷凝器，冷凝器风扇使空气通过冷凝器的缝隙带走制冷剂放出的热量并使其液化。液化后的制冷剂进入储液干燥器，滤掉其中的杂质、水分，同时存储适量的液态的制冷剂以备制冷负荷发生变化时制冷剂不会断流。从储液干燥器出来的制冷剂流至膨胀阀，从膨胀阀中的节流孔喷出形成雾状制冷剂，雾状的制冷剂进入蒸发器。由于制冷剂的压力急剧下降，便很快蒸发汽化，吸收热量，蒸发器外部的风扇使空气不断通过蒸发器的缝隙，使其温度下降，车内温度降低。蒸发器出来的气态制冷剂再进入压缩机重复上述过程。**这种循环系统中的膨胀阀可以根据制冷负荷的大小调节制冷剂的流量。**



1-50 膨胀管式制冷循环系统的结构和工作原理是怎样的？

膨胀管式的制冷循环（Cycling Clutch Orifice Tube，CCOT）系统从制冷的工作原理来看，**与膨胀阀式的制冷循环系统无本质的差别，只不过将可调节流量的膨胀阀换成不可调节流量的膨胀管，使其结构更加简单**，其制冷循环如图 1-23 所示。为了防止液态的制冷剂进入压缩机而造成压缩机损坏，故这种循环系统将储液干燥器安装在蒸发器的出口，并按照它所起的作用更名为集液器，同时进行气液分离，液体留在罐内，气体进入压缩机。其他部分的工作过程与膨胀阀式的制冷循环相同。



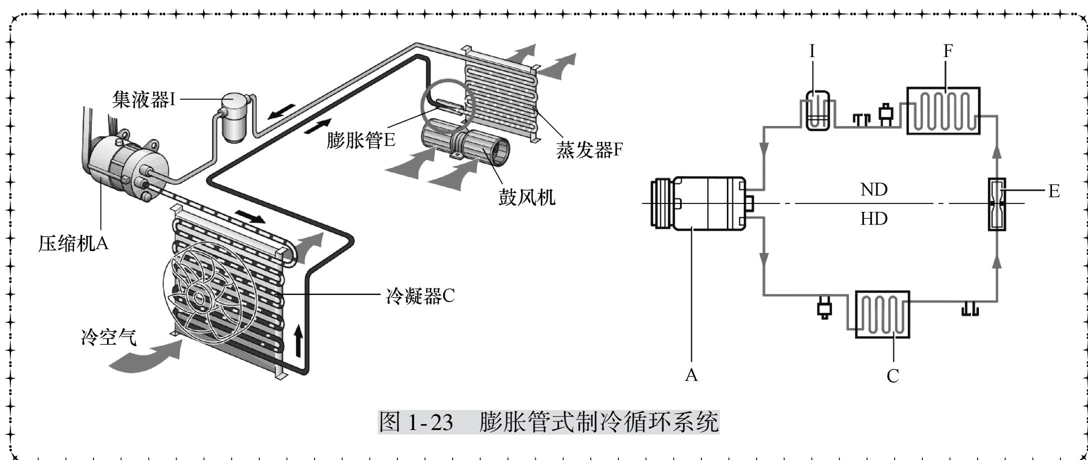
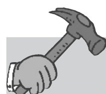


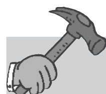
图 1-23　膨胀管式制冷循环系统



1-51 汽车空调膨胀阀系统、膨胀管系统的特征各是怎样的？

汽车空调膨胀阀系统的特征是：只要驾驶人开动空调，电磁离合器就总是处于啮合状态，从不断开，压缩机始终处于运行状态，靠吸气节流阀或靠绝对压力阀把蒸发器温度控制在 0℃左右。

汽车空调膨胀管系统的特征是：电磁离合器时而啮合，时而断开，压缩机根据车室内外温度时而运行，时而停止运行，因此也称为循环离合器系统。循环离合器系统也有使用膨胀阀的，但只是作为一种节流装置而已。膨胀阀系统也称为传统空调系统。



1-52 什么是独立式空调？ 优缺点有哪些？

独立式空调最明显的特点是空调驱动动力源与汽车的主发动机分开，用另外一台发动机（副发动机）带动，构成独立的空调系统。这种空调的工作运转平稳，不受汽车主发动机载荷的影响，空气调节量大，但成本高、体积大。它多数用在大型客车上，空调压缩机一般采用较大功率的定排量压缩机，采用分体式配气方式，如图 1-24 所示。

制冷时，车内外空气混合后流向蒸发器，蒸发器内制冷剂吸收热量使车内降温，在压缩机作用下，制冷剂被排到车外冷凝器散热后又流回蒸发器，制冷剂在制冷系统中由液态变为气态（吸热），又从气态变为液态（放热），从而使车内降温，如此循环。

取暖时，热水从主发动机流向加热器，对车内外混合气加热，加热后的气体被蒸发器降温后又被加热器升温，达到车内的送风状态。若不需送冷风，制冷系统关闭或电磁离合器不吸合，车内外混合气经加热器加热向车内送暖风。

优点：制冷工况较稳定，不受车速影响。

缺点：重量、成本都增加，安装位置增大，有时由于主、辅机类型不同（如主机是柴油机，辅机是汽油机），需要单独提供燃料箱。

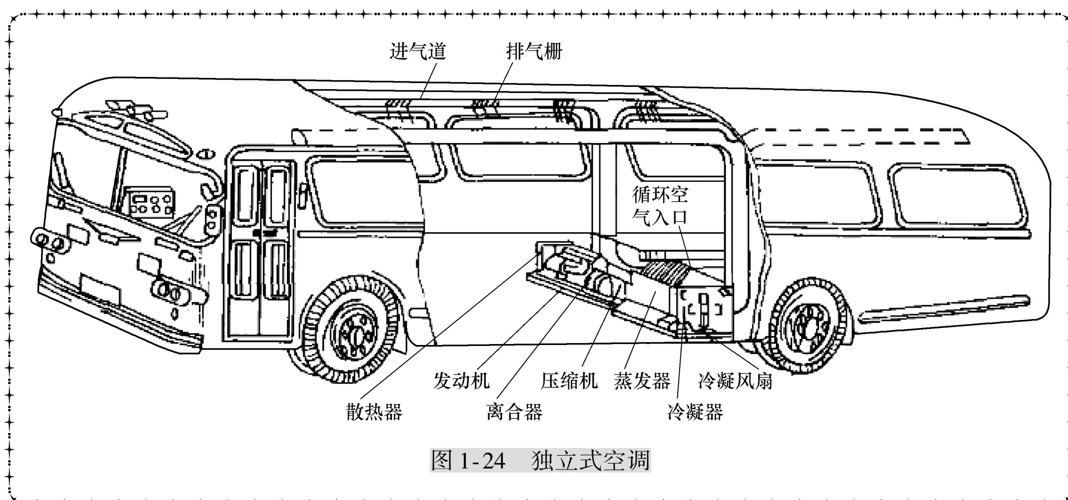
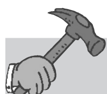


图 1-24　独立式空调



1-53　什么是非独立式空调？ 优缺点有哪些？

乘用车由于其自身空间限制，常采用非独立式空调，即空调压缩机由汽车发动机带动，如图 1-25 所示。因此，汽车空调系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大，工作稳定性较差，尤其是低速时制冷量不足，为此发动机均提高了空调制冷时的怠速。为了避免影响汽车发动机怠速稳定性和汽车加速性能，其压缩机均采用电磁离合器，这样遇到紧急情况时会自动分离。其空调装置配置的冷凝器大部分都装在发动机之前，且为冷凝器增设了电子风扇，使冷凝器的冷却不受汽车行驶速度的影响。

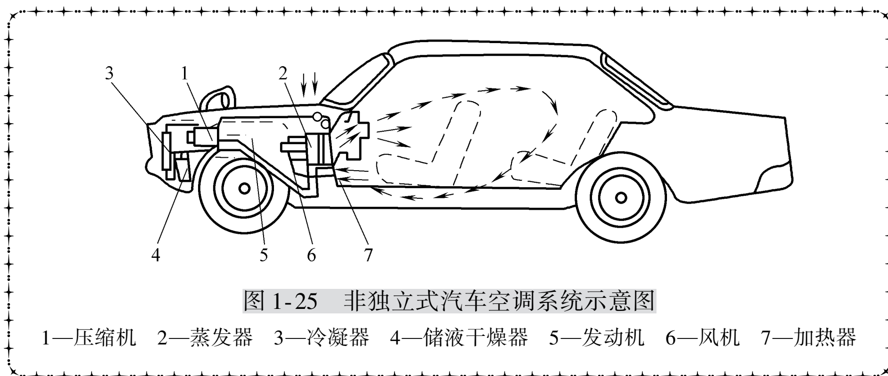


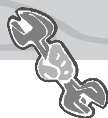
图 1-25　非独立式汽车空调系统示意图

1—压缩机　2—蒸发器　3—冷凝器　4—储液干燥器　5—发动机　6—风机　7—加热器

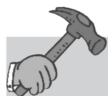
压缩机使制冷剂在制冷系统中循环流动，制冷剂通过蒸发器时汽化吸收车内空气热量，使车内温度降低，流过冷凝器时冷却放热，将热量散到车外。

优点：与汽车合用一个动力源，结构简单并降低了设备成本和车的重量，也减少了空间的占用以及发动机维护工作量。

缺点：制冷工况受汽车行驶速度的影响大，发动机转速越高，压缩机转速越高，消耗功率越大，影响汽车的加速运行；当汽车低速或怠速运行时，由于空调可能会造成发动机过热



而熄火，也影响汽车爬坡。



1-54　不同功能的汽车空调的特点是怎样的？

汽车空调系统按照不同的功能可分为冷暖分开型、冷暖一体型、全功能型三类。

（1）**冷暖分开型**　制冷和采暖系统各自分开，由两个完全独立的冷风机和暖风机所组成，各有各的送风机，控制系统也是完全分开的。制冷时完全吸入车内空气，采暖时既可吸入车内空气，也可吸入车外新风，如图 1-26 所示。**这种结构占用空间较多，主要用在早期的汽车空调中。**

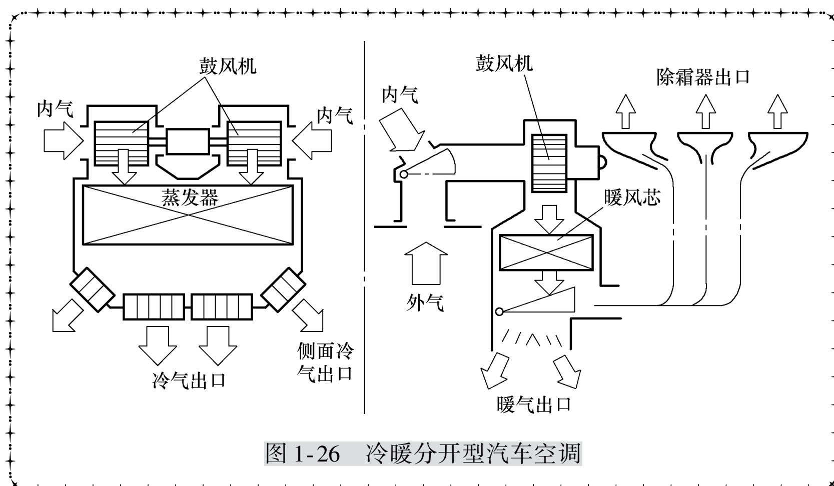


图 1-26　冷暖分开型汽车空调

（2）**冷暖一体型**　冷暖一体型是指在制冷系统的基础上增装加热器及暖风出口，但制冷与供暖不能同时工作。冷暖一体型空调（图 1-27）汇集了单一功能型空调的优点。它的出现避免了驾驶人因冬季寒冷，而出现手脚不灵活的现象，提高了行车的安全性。夏季，为驾驶人提供一个舒适凉爽的工作环境，减轻驾驶人的疲劳度。

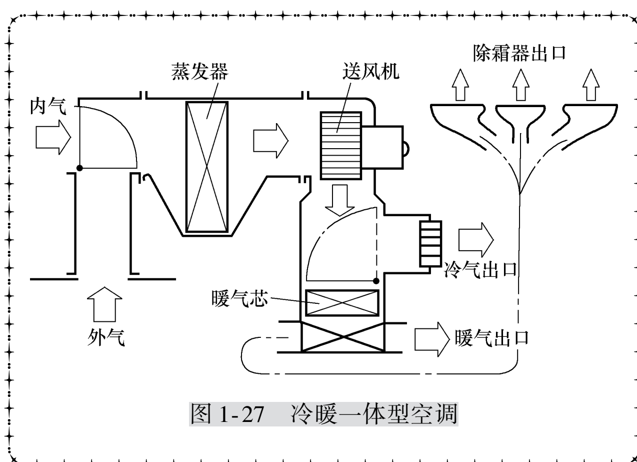


图 1-27　冷暖一体型空调

其缺点是要驾驶人手动控制出风量和冷暖转化模式（也就是日常所说的手动空调），增加了驾驶人行车时的操作量。

（3）**全功能型**　全功能型空调是在冷暖一体型空调的基础上改良而来的，集制冷、供暖、除霜、去湿、通风及净化等功能于一体，如图 1-28 所示。其制冷和取暖完全用一套温度控制系统，可同时工作，实现除湿、取暖和新风制冷，从冷到热连续温度调节。**它又可分为空气混合型和再加热型两种。**

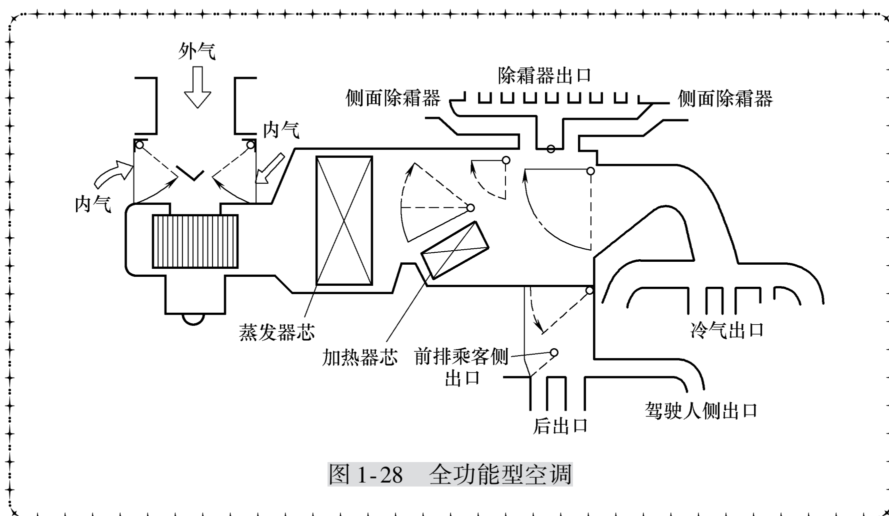
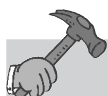


图 1-28　全功能型空调



1-55 手动空调的结构特点是怎样的？

手动空调的风机转速、出风口温度及送风方式等功能是由驾驶人操纵和调节的。车内通风的温度控制是通过仪表板上的空气控制杆、温度控制杆、进气杆和风扇开关等来操纵通风管道上的各种风门来实现的。大多数经济型轿车都采用旋钮式的手动空调，如普通桑塔纳、富康、捷达等轿车一般都采用半机械半电子式的空调系统。图 1-29 所示为别克 GL 手动空调控制面板。

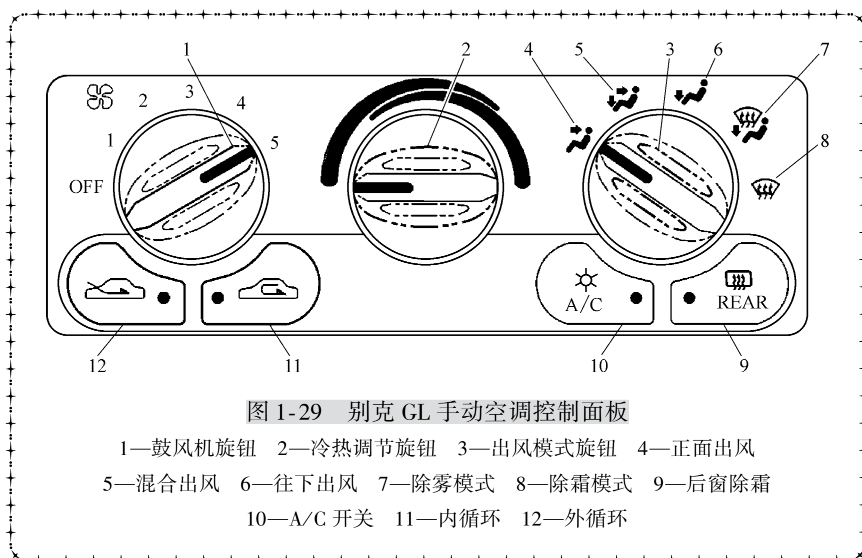
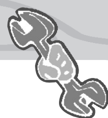
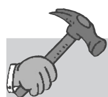


图 1-29　别克 GL 手动空调控制面板

1—鼓风机旋钮　2—冷热调节旋钮　3—出风模式旋钮　4—正面出风
5—混合出风　6—往下出风　7—除雾模式　8—除霜模式　9—后窗除霜
10—A/C 开关　11—内循环　12—外循环





1-56 半自动空调的结构特点是怎样的？

半自动空调系统与手动空调系统的差别不大，其主要不同是半自动空调系统采用程序装置、伺服电动机或控制模块等操纵机构。半自动空调可以设定温度值，电脑自动保持恒温，但是风速是手动调节的。半自动空调一般装配在中档轿车上，如大众波罗、速腾等。图 1-30 所示为别克 GLX、新世纪轿车半自动空调控制面板。

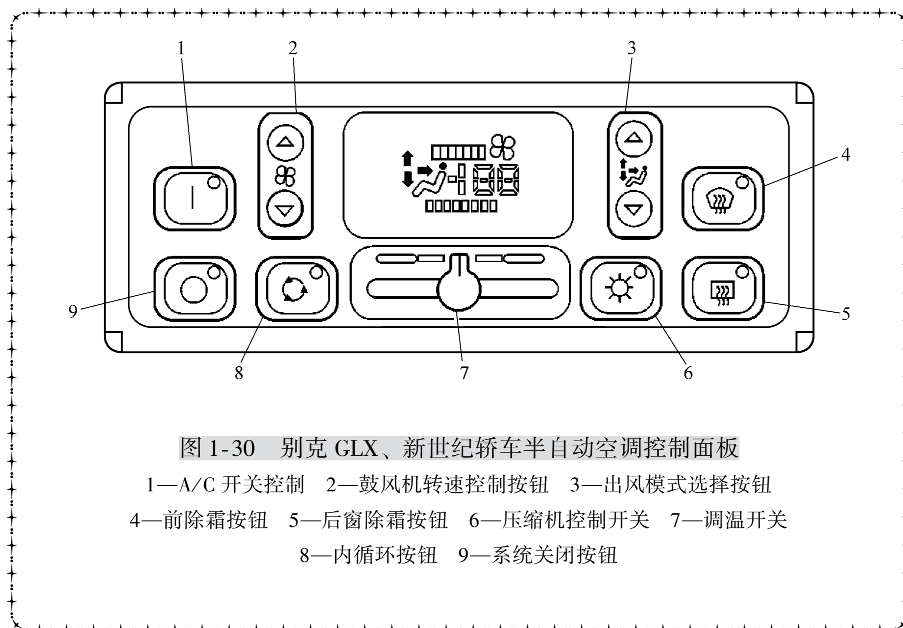
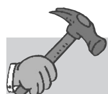


图 1-30 别克 GLX、新世纪轿车半自动空调控制面板

1—A/C 开关控制 2—鼓风机转速控制按钮 3—出风模式选择按钮 4—前除霜按钮 5—后窗除霜按钮 6—压缩机控制开关 7—调温开关 8—内循环按钮 9—系统关闭按钮



1-57 全自动空调的结构特点是怎样的？

全自动空调利用传感器随时检测车内外温度的变化，并把检测到的信号送给空调的电子控制单元（ECU）。ECU 则按预先编制的程序对信号进行处理，并通过执行元件，不断地对风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状况等进行调节，从而使车内温度、空气湿度及流动状况始终保持在驾驶人设定的水平上。

全自动空调系统具有自诊断功能，可以及早发现故障隐患。全自动空调一般装配在中高档车上，如广汽本田雅阁、一汽奥迪系列、通用别克系列、丰田凯美瑞、毕加索等自动档豪华版轿车就装配自动空调。图 1-31 所示为丰田轿车自动空调控制面板。

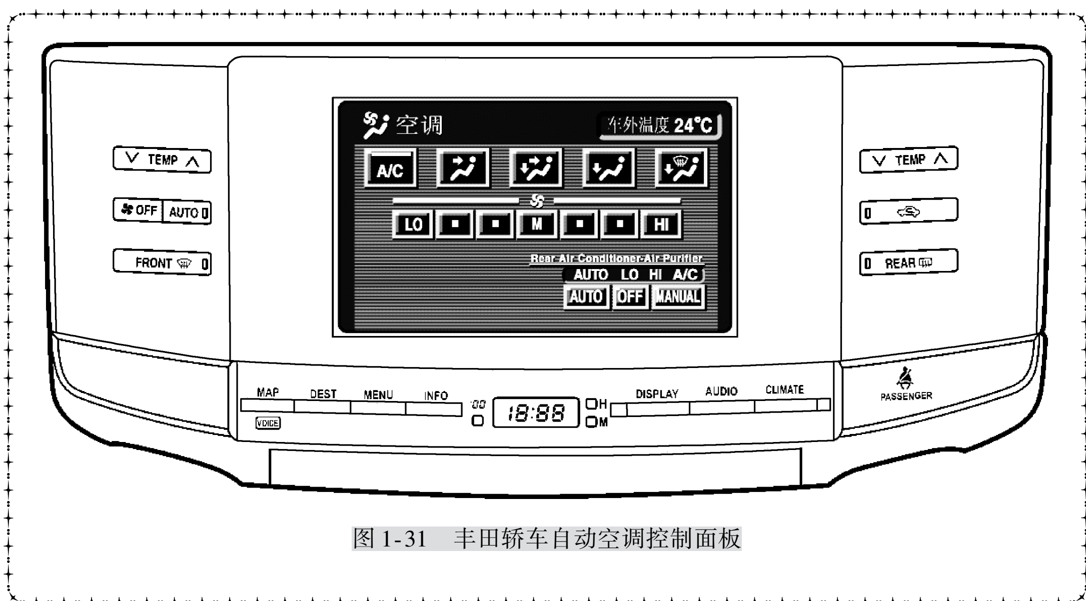
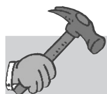


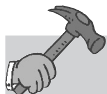
图 1-31　丰田轿车自动空调控制面板



1-58 什么是定排量空调系统？

定排量空调系统也称循环离合器系统。该系统当蒸发器温度下降到一定水平时需截断离合器电路，使压缩机停转即停止制冷。当蒸发器温度上升到一定值时再接通离合器，让压缩机运转，开始制冷，如此往复循环。也就是说，**定排量空调系统是通过离合器的循环工作来调节温度的。定排量空调系统中**因为**压缩机排量是固定的**，所以在制冷系统中加了许多保护装置，尤其是减压安全阀和易熔塞。

定排量空调系统有两种温度控制方法，即使用恒温控制器或者压力控制器进行控制。恒温控制器用温控开关使压缩机离合器在预定的温度水平开、关。压力控制器用对系统压力敏感的压力开关在预定的压力水平使压缩机离合器开、关。

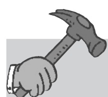


1-59 什么是变排量空调系统？

变排量空调系统也称非循环离合器系统，该系统采用的是可变排量压缩机，**它依靠可变排量（VD）压缩机的自身调节来控制温度**。当系统的环境温度（蒸发器温度）高时，压缩机增加活塞行程来增加制冷剂量，以达到增加吸热和降温的作用。反之，当蒸发器温度低时，压缩机则减小活塞行程从而减少通过蒸发器的制冷剂量，由于制冷剂量少，吸收的热量也少，使蒸发器的温度得到回升。离合器的唯一目的就是当不需要空调时脱离压缩机，当需要空调时联上压缩机。

变排量压缩机虽然按其控制排量的方式有机械式变排量压缩机和电子式变排量压缩机之分，但是变排量空调压缩机对制冷系统没有特殊要求，即用什么制冷剂和节流装置都可以。变排量空调压缩机由于能够在每次工作循环过程中根据吸入制冷剂和压缩后从排气阀排出制冷剂的压力变化（由汽车转速、运行状况、日照条件和环境温度等决定）而自行优化调节

压缩气体的容积——即排出制冷剂的量，所以，它可实现取消压缩机间歇式的工作方式，避免对发动机的冲击，并保持温度与压力的稳定性，提高压缩机使用寿命。因此，它能达到节能、降噪、防止蒸发器与低压管结霜以及实现车厢环境最优化控制的目的。目前新生产的乘用车汽车空调系统中大多采用了变排量压缩机。



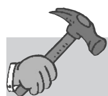
1-60 什么是制冷剂？ 常用制冷剂有哪些？

在制冷系统中，能循环流动且实现热量转移的介质称为制冷剂。

汽车空调是利用蒸气压缩制冷装置驱动其循环流动实现制冷的。液体制冷剂在蒸发器中低温下吸取被冷却对象的热量而汽化，使被冷却对象得到降温。然后，又在高温下把热量传给周围介质而冷凝成液体。如此不断循环，借助于制冷剂的状态变化，达到制冷目的。

目前汽车空调系统使用的制冷剂，通常有 R12、R134a 两种。英文字母 R 是 Refrigerant（制冷剂）的简称，其数字代号使用的是美国制冷工程师协会（ASRE）编制的代号系统。

制冷剂的种类很多，理论上只要能进行气液两相转换的物质，均可作为蒸发制冷系统的制冷剂。但寻找制冷效率高，且对环境没有污染的制冷剂却很困难，目前使用的 R134a 只是 R12 的替代品，其排放物产生的温室效应仍然对环境有较大的危害。



1-61 对制冷剂的要求有哪些？

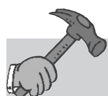
① 与冷冻机油互溶，不起化学反应，不改变润滑油的特性。

② 不易燃烧，不易爆炸；无毒、无刺激性；不腐蚀金属和橡胶件。

③ 在蒸发器内容易蒸发，蒸发温度低。蒸发压力应该稍高于大气压力，防止制冷系统产生负压而吸进空气，使制冷能力下降。

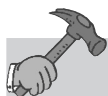
④ 冷凝压力不宜太高，如果冷凝压力太高，对制冷设备、管路的要求也会提高，并且引起压缩机功耗增加。

⑤ 制冷剂在高温下不易分解，化学性质稳定。



1-62 制冷剂常见分类方法有哪些？

在压缩式制冷剂中广泛使用的制冷剂是氨、氟利昂和烃类。按照化学成分，制冷剂可分为五类：无机化合物制冷剂、氟利昂、饱和碳氢化合物制冷剂、不饱和碳氢化合物制冷剂和共沸混合物制冷剂。根据冷凝压力，制冷剂可分为三类：高温（低压）制冷剂、中温（中压）制冷剂和低温（高压）制冷剂。目前，我国汽车空调中的制冷剂主要使用的是氟利昂类，常用的主要有 R12 和 R134a 两种。随着人们对环境保护意识的增强，不含氟利昂的环保节能型碳氢类制冷剂正在推广和应用之中。



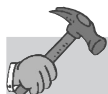
1-63 制冷剂的命名方法是怎样的？

蒸气压缩制冷机使用的制冷剂，绝大部分都是氟利昂，国际上用英文字母 R 来表示

（取英文制冷剂 Refrigerant 的第一个字母），字母 F 是美国杜邦公司的专用代号。氟利昂是饱和碳氢化合物的卤族元素的衍生物，即卤族元素的氟、氯，有时加入溴原子取代饱和碳氢化合物，如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷的氢原子所得的化合物，因而氟利昂的品种繁多。氟利昂的性质与所含氟、氯、溴、氢、碳元素的原子多少有密切关系。R 后面的数字表示氟利昂的分子通式 $C_mH_nF_pCl_sBr$。**R 后面是两位数的，表示甲烷衍生的氟利昂。**甲烷的分子式为 CH_4，**其中 R 后面的首位数字表示碳原子数**（$m=1$）加氢原子数 n，故氢原子数 n 等于首位数减去 1，第二位数字表示氟原子数 p，氯原子数 $s=4-p-n$。例如：R12 表示甲烷衍生的氟利昂制冷剂，其分子通式中的碳原子数 $m=1$，氢原子数 $n=1-1=0$，氟原子数 $p=2$，氯原子数为 $s=4-n-p=2$。R12 的分子式为 CF_2Cl_2；化学名称为二氟二氯甲烷。

又例如 R22 表示甲烷衍生的氟利昂制冷剂，其中碳原子数 $m=1$，氢原子数 $n=2-1=1$，氟原子数 $p=2$，氯原子数 $s=4-1-2=1$。R22 的分子式为 CHF_2Cl，化学名称为二氟一氯甲烷。

如果用溴原子来代替氟利昂中的某些氯原子，则分子式多一个 Br，其原子数用 r 来表示。例如，R12Br$_2$，则为 CF_2Br_2。**R 后面是三位数的，则表示为乙烷、丙烷、丁烷系列的氟利昂衍生物。**其中，乙烷衍生的氟利昂，R 后面首位数用 1 表示，丙烷衍生的氟利昂，则 R 后面用 2 表示，丁烷衍生的氟利昂，R 后面用 3 表示……很明显，其碳原子数 m 等于首位数加 1；氢原子数 n 等于 R 后面的第二位数字减去 1；R 后面的第三位数表示氟原子数 p；氯原子数，对乙烷衍生物为 $s=6-n-p$，对丙烷衍生物为 $s=8-n-p$，对于丁烷衍生物为，$s=10-n-p$。例如 R142，表示乙烷衍生的氟利昂，乙烷分子式为 C_2H_6，则 $m=2$，$n=4-1=3$，$p=2$，$s=6-3-2=1$。R142 的分子式为 $C_2H_3F_2Cl$，化学名称为二氟一氯乙烷。同样，R134 的分子式为 $C_2H_2F_4$，R123 的分子式为 $C_2HF_2Cl_2$，R216 的分子式为 $C_2F_6C1_2$ 等。



1-64 制冷剂 R12（二氟二氯甲烷）的特性是怎样的？

R12 是一种 CFC（氯氟化碳，氟利昂）。此制冷剂由氯、氟和碳组成，其化学式为 CF_2Cl_2。原有的汽车空调系统基本上都采用 R12 作为制冷剂。

R12 的特性：

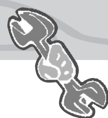
① 能溶于矿物油，可与任何冷冻机油任意比例混合。

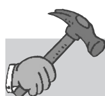
② 对密封件有特殊要求。它对天然橡胶和塑料有膨润作用，使之膨胀、变软、起泡而失去密封性能。故在制冷系统中采用耐腐蚀的丁腈橡胶和氯醇橡胶制作密封件。

③ 对一般金属无腐蚀作用，但对镁及含镁量超过 2% 的铝镁合金有腐蚀作用。

④ 一般与水不相溶。空调制冷系统中若有水分存在，当温度低于 0℃时，水会在膨胀阀处形成冰堵，堵塞膨胀阀，使制冷无法进行。水可以和 R12 产生化学反应，产生盐酸、氢氟酸，对系统有腐蚀作用。水与管路中的酸、氧反应，在压缩机的机件表面生成三氧化二铁和二氧化铜，反过来使 R12 分解，降低制冷能力。同时，水还能使冷冻机油老化，降低润滑性能。因此，在加注制冷剂时必须对空调系统抽真空，将管路中的水分和空气全部排出。

⑤ 不会爆炸、无异味（浓度低于 20%）、无臭味。





1-65 制冷剂 R134a（四氟乙烷）与 R12（二氟二氯甲烷）的区别有哪些？

R134a 是一种著名的替代 R12 的制冷剂，它是一种 HFC（氢氟化碳）。该制冷剂的组成有氢、氟和碳，其化学式为 CH_2FCF_3。由于该制冷剂没有氯，因而不会破坏臭氧。R134a 无毒、无腐蚀但也会导致全球变暖。R134a 与矿物冷冻机油不相容，因此，开发了称为 PAG（聚烯甘醇）的合成冷冻机油。PAG 冷冻机油具有吸湿性，能快速吸附水气。这就意味着在使用时，必须确保容器尽可能地快速密封。R134a 不能与 R12 混合，在高压和高温时效率也不如 R12。R134a 可以提纯后重复使用。R12 和 R134a 的分子大小不同，前者分子较大。这就是说，R134a 系统所需要的制冷剂数量要大于 R12 系统。如果需要把 R12 系统改造成 R134a 系统，还需要用与 R134a 匹配的零部件来替换软管、密封件（包括冷冻机油）。

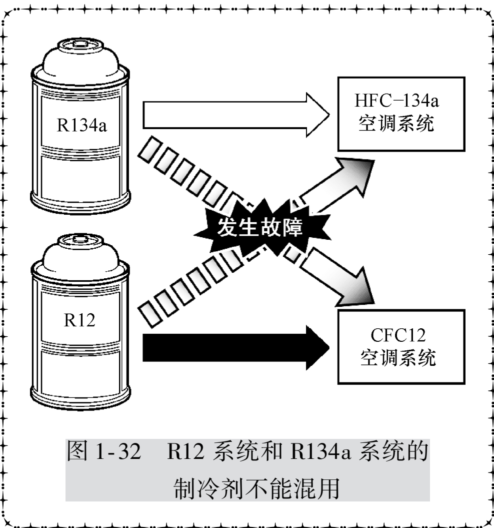
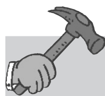


图 1-32　R12 系统和 R134a 系统的制冷剂不能混用

切记：**R12 系统和 R134a 系统的制冷剂一定不能混用**，如图 1-32 所示。



1-66 制冷剂 R134a 的特性是怎样的？

（1）**热物理性**　R134a 的热物理性能包括相对分子质量、沸点、临界参数、饱和蒸气压和汽化潜热等，均与 R12 相近，见表 1-4。

表 1-4　R134a 与 R12 的热物理性质对比表

项　　目	R134a	R12
分子式	CH_2FCF_3	CCl_2F_2
相对分子质量	102.31	120.92
大气压下的蒸发温度/℃	−26.18	−29.8
0℃饱和蒸气压/kPa	293.14	308.57
0℃汽化潜热/(kJ/kg)	197.89	154.87
0℃饱和蒸气比容/(m^3/kg)	0.06816	0.05667
10℃饱和蒸气压/kPa	414.88	423.01
10℃汽化潜热/(kJ/kg)	190.13	149.07
10℃饱和蒸气比容/(m^3/kg)	0.04872	0.04204
50℃饱和蒸气压/kPa	1317.19	1214.65
60℃饱和蒸气压/kPa	1680.47	1518.17
与现有冷冻机油的溶合性	差	好
液态导热系数	大	小

（2）**传热性能**　R134a 制冷剂的传热性能优于 R12。当冷凝温度为 40～60℃、质量流量为 45～200kg/s 时，R134a 蒸发和冷凝传热系数比 R12 系统要高出 25% 以上。因此，在换热器表面积不变的情况下，可减少传热温差，降低传热损失；当制冷量或放热时间相等时，可减少换热器表面积。

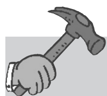
（3）**相溶性**

① 与润滑油的相溶性。R134a 中不含有氯原子，不能像 R12 一样在压缩机运动部件之间生成润滑性好的氯化物薄层。而且 R134a 与矿物油几乎完全不相溶，因此不能使用矿物油，必须使用合成润滑油来代替，如 PAG 类和 ESTER 类等。

② 与干燥剂的相容性。R134a 的分子直径比 R12 要小，若使用 R12 系统中的硅胶型干燥剂，则 R134a 的分子容易被吸收而产生催化分解。且由于 R134a 与水的亲和力较大，吸水性强，脱水困难，故应采用新型的沸石干燥剂。

③ 与塑料及橡胶的相容性。R134a 对除苯乙烯以外的塑料基本没有影响，但对现在常用的一些橡胶材料不相容。当 R134a 与氟橡胶或丁腈橡胶（NBR）共存时，会使橡胶产生变质膨胀而引起制冷剂的泄漏。故 R134a 制冷系统中的 O 形圈和连接软管采用与 R134a 相容性较好的氢化丁腈橡胶（HNBR）来制作。

（4）**渗透性**　空调系统中，各个总成之间常用软管相连。由于 R134a 的分子较小，且对橡胶的溶胀性比 R12 大，故 R134a 分子的穿透性较强，在软管中的渗透量较大。



1-67　R134a 与其所处的压力和温度的关系是怎样的？

R134a 在大气压力下的沸点为 －26.9℃，在 98kPa 的压力下沸点为 －10.6℃。**在常温常压的情况下，如果将其释放，R134a 便会立即吸收热量开始沸腾并转化为气体**，对 R134a 加压后，它也很容易转化为液体。R134a 的特性如图 1-33 所示。该曲线上方为气态（蒸气），下方为液态。曲线表示不同压力与温度条件下的制冷剂沸点。

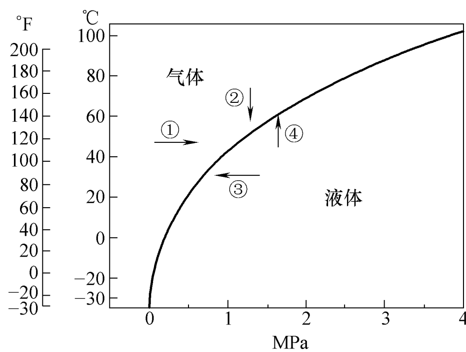


图 1-33　R134a 蒸气-压力曲线

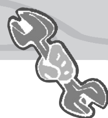
① 如果温度保持恒定，提高压力，那么气态制冷剂就会冷凝成液体。

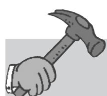
② 如果压力保持恒定，降低温度，那么气态制冷剂就会冷凝成液体。

③ 如果温度保持恒定，降低压力，那么制冷剂就会蒸发成气体。

④ 如果压力保持恒定，提高温度，那么制冷剂就会蒸发成气体。

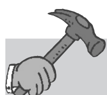
空调系统的设计就是要控制这些关系，使制冷剂将热量从驾驶室内散出。如果要使 R134a 从气态转变为液态，可以降低温度，也可以提高压力，反之亦然。





1-68 制冷剂氨的特性是怎样的？

氨是一种非常好的制冷剂，沸点为 -33.4℃，对普通制冷范围的空调和冷藏相当理想，且成本低。但它最大的缺点是毒性太强，即使含量不高也会使人窒息而亡，并能引起燃烧、爆炸及汽化热不够高等，因此不采用它作为汽车空调制冷剂。然而，在大型冷库和大容量的工业制冷方面，它至今仍然是应用最广泛的首选制冷剂，制冷行业在氨制冷技术方面已具有一百多年的丰富经验。

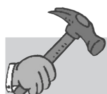


1-69 制冷剂二氧化碳（CO_2）的特性是怎样的？

CO_2 作为制冷剂已有一百多年历史，早期曾一度是远洋船舶冷藏系统的最佳选择。但它的沸点为 -78.3℃，由于沸点太低，则系统冷凝压力要求高，而相应的冷凝温度却不高，常温冷却介质难以满足冷却要求，循环制冷量损失较大，导致经济性差，压缩机功耗大，因而逐渐被氟利昂类制冷剂所替代。

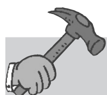
与氟利昂制冷剂相比，CO_2 制冷剂的优点是对地球环境破坏作用很小，汽化热较大，无毒、不可燃、不爆炸、成本低，来源广泛。

近十年来，环境保护已受到人们的广泛关注与重视，由于氟利昂对地球大气层中臭氧有破坏作用，已逐渐被淘汰，从长远看 R134a 也将被淘汰。在这种情况下，非人工合成的 CO_2 制冷剂又引起了人们的兴趣。目前，各发达国家都在积极开展对 CO_2 汽车空调系统的研究，综合分析各方面情况，有理由相信 CO_2 是理想的空调制冷剂。



1-70 上海通用汽车制冷剂的加注量是怎样的？

不同车型的制冷剂的加注量不同，在上海通用汽车的所有车型中，制冷系统均使用 R134a 制冷剂，各车型的加注量分别为：别克君威 850g；别克 GL8 1340g；别克赛欧 680g；别克凯越 640g。



1-71 冷冻机油的作用是怎样的？

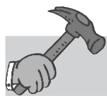
冷冻机油即冷冻润滑油，是制冷压缩机的专用润滑油，它是一种在高、低温情况下均能正常工作的特殊润滑油。其作用有以下几个方面：

① **润滑作用**。压缩机是高速运动的机器，轴承、活塞、活塞环、曲轴、连杆等机件表面均需要润滑，以减少阻力和磨损，延长使用寿命，降低功耗，提高制冷系数。

② **密封作用**。汽车使用的压缩机传动轴需要油封来密封，防止制冷剂泄漏。有冷冻机油，油封才会起密封作用。同时，活塞环上的机油，不仅起减摩作用，而且起密封压缩机蒸气的作用。

③ **冷却作用**。运动的摩擦表面会产生高温，需要用冷冻机油来冷却。冷冻机油冷却不足，会引起压缩机温度过热、排气压力过高、降低制冷系数，甚至烧坏压缩机。

④ **降低压缩机噪声**。在制冷系统中，冷冻机油与制冷剂混合，并随制冷剂一起循环于制冷系统各部分。它不仅降低了压缩机的噪声，而且可以保证压缩机正常运转和延长其使用寿命。



1-72 冷冻机油的性能要求有哪些？

冷冻机油在空调制冷系统中完全溶于制冷剂中，并随制冷剂一起在制冷系统中循环。因此，冷冻机油的温度有时会超过120℃，而制冷剂的蒸发温度范围为－30～10℃，使冷冻机油工作在高温与低温交替的条件下。为保证其工作正常，对冷冻机油提出以下性能要求。

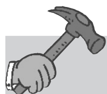
① **冷冻机油的凝固点要低**，在低温下具有良好的流动性。若低温流动性差，则冷冻机油会沉积在蒸发器内影响制冷能力，或凝结在压缩机底部，失去润滑作用而损坏运动部件。

② **冷冻机油应具有一定的粘度，且受温度的影响要小**。温度升高或降低时，其粘度随之变小或增大。与冷冻机油完全互溶的制冷剂会使冷冻机油变稀，因此应选用粘度较高的冷冻机油；但粘度也不宜过高，否则需要的起动转矩增大，压缩机起动困难。所以，冷冻机油的粘度要选择适当。

③ **冷冻机油与制冷剂的互溶性能要好**。在汽车空调制冷系统中，制冷剂与冷冻机油是混合在一起的。当制冷剂流动时，冷冻机油也随之流动，这就要求制冷剂与冷冻机油能够互溶。若两者不互溶，冷冻机油就会聚集在冷凝器和蒸发器的底部，阻碍制冷剂流动，降低换热能力。如果由于冷冻机油不能随制冷剂返回压缩机，压缩机将会因缺油而加剧磨损。

④ 冷冻机油的闪点温度要高，具有较高的热稳定性，即在高温下不氧化、不分解、不结胶、不积炭。所谓闪点温度是指在规定条件下，加热油品所逸出的蒸气和空气组成的混合物与火焰接触发生瞬间闪火时的最低温度，以℃表示。

⑤ 冷冻机油应不含水分。若冷冻机油中的水分过多，则会在膨胀阀节流口处结冰，造成冰堵，影响系统制冷剂的流动。同时，水分会使冷冻机油变质分解，腐蚀压缩机材料。



1-73 冷冻机油的使用注意事项有哪些？

① **必须严格使用原车空调压缩机所规定的冷冻机油**，或换用具有同等性能的冷冻机油，不得使用其他油来代替，否则会损坏压缩机。

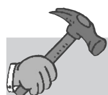
② 冷冻机油吸收潮气能力极强，所以**在加注或更换冷冻机油时，操作必须迅速**，如没有准备好，不能立刻加油时，不得打开油罐。在加注完后应立即将油罐的盖子封紧储存，不得有渗透现象。

③ **不能使用变质的冷冻机油**。冷冻机油变质的原因是多方面的，归纳起来有如下几方面：混入水分后，在氧气作用下会生成一种絮状酸性物质，腐蚀金属零部件；当压缩温度过高时，油被氧化分解而炭化变黑；不同牌号的油混合使用时，由于不同牌号的冷冻机油所加

的氧化剂不同而产生化学反应，引起变质，劣化了各自的性能。

④ 冷冻机油是不制冷的，还会妨碍热交换器的换热效果，所以只允许加到规定的用量，**绝不允许过量使用**，以免降低制冷量。

⑤ **在排放制冷剂时要缓慢进行**，以免冷冻机油和制冷剂一起喷出。



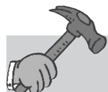
1-74 冷冻机油的质量检查方法有哪些？

冷冻机油的质量，可以通过化学和物理分析检验质量好坏。在使用过程中，还可以从外观的颜色、气味直观地判断出质量好坏。常用的方法有滴纸法和对比法。

（1）**滴纸法**　将待查的冷冻机油取出一滴，滴在一张干净的白纸上，片刻后观察油滴的颜色，若其颜色很浅，且分布均匀，则表明油内无杂质，可以使用。

（2）**对比法**　取干净标准的冷冻机油放入一试管内作为标准油，再把需待查的油取出并放入同样大小的试管内进行比较，若被检查油的颜色为浅黄色或橘黄色，则还可使用；若已变成红褐色的混浊液，则不能继续使用。

上述两种方法可观察到冷冻机油中是否混入了较多的水分和杂质，但不能确切地掌握机油变质的程度和原因。因此，要准确判断机油的质量，必须对它进行定性和定量分析，定期抽样化验分析。



1-75 与 R134a 匹配的冷冻机油有哪些？ 各有什么特点？

制冷剂 R12 以矿物油作为润滑剂，但矿物油与 R134a 不相溶，**目前能与 R134a 相溶的润滑油只有聚烃基乙二醇（PAG）和聚酯油（ESTER）两类**。

（1）聚烃基乙二醇（PAG）润滑油　PAG 润滑油与 R134a 不能完全互溶，低粘度时互溶性较好，高粘度时互溶性降低。PAG 在高温的情况下可分解成水、酸、一氧化碳和二氧化碳，有可能造成压缩机腐蚀现象。PAG 与矿物油、R12 不相溶，若原系统内存在少量该物质时，将使 PAG 润滑性能降低。PAG 与有些弹性材料不相溶，吸水性也很强，其饱和吸水量可超过 10%。PAG 润滑油主要用在 R134a 推广的初期。针对上述情况，实际应用的 PAG 油都经过了改性处理。

（2）聚酯类润滑油（ESTER）　聚酯类润滑油是一种合成多元酸酯，由多元醇酸基础油和添加剂配制而成。其主要成分是季戊四醇、三甲基丙酮和各种直链或支链型酯酸。

聚酯油与 R134a 互溶性好，与 R12 也能互溶，不会出现低湿沉积现象。其吸水性比矿物油强，但水分与油是牢固结合的，在膨胀阀处不会结冰。原系统内残留的矿物油等物质对其性能影响不明显。由于在聚酯油中加了添加剂，故其耐磨性能良好。它与聚丁腈橡胶、氯丁橡胶等弹性材料相溶性较好，与绝缘材料也有比较好的相溶性。

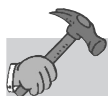
表 1-5 和表 1-6 为 PAG 油与 ESTER 油性质比较，可见 ESTER 油与 R134a 的相溶性比 PAG 油与 R134a 的相溶性好。

表 1-5　PAG 油与 ESTER 油性质比较

性能＼润滑油		PAG 油	ESTER 油	矿　物　油
互溶性	与 R134a	较好	很好	不溶
	与 R12	不溶	很好	很好
	与矿物油	不兼溶	少量兼溶	很好
热稳定性		差		好
吸湿性		差	较差	较好
润滑性		差	较好	较好
与弹性材料相溶性		差	差	较好
抗镀铜能力		差	较好	好
抗绝缘性		差	较好	好

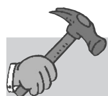
表 1-6　用于 R134a 汽车空调的冷冻机油特性

性能＼润滑油		PAG 油	ESTER 油
粘度/（m^2/s）	40℃	65.1×10^{-6}	96.8×10^{-6}
	100℃	10.8×10^{-6}	10.3×10^{-6}
粘度指数		187	95
两相分离的温度/℃（油/R134a = 2/8）	高温	46	80 以上
	低温	50 以下	−23
饱和含水量（25℃）（%）		2.6	0.15



1-76 冷冻机油的牌号有哪些？

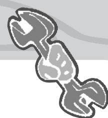
冷冻机油在不同的空调系统中（如 R134a、R12）不能混用。对于 R12 空调系统使用的冷冻机油，国产冷冻机油一般用 18 号或 25 号，进口冷冻机油一般使用日本 SUNISO3GS、SUNISO4GS、SUNISO5GS。目前 R134a 空调系统中使用的是代号为 PAG（聚烃基乙二醇）及 ESTER（聚酯油）的冷冻机油。

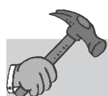


1-77 上海通用汽车制冷系统中冷冻机油的分布及加注量是怎样的？

以上海通用汽车为例，冷冻机油分布在制冷系统各个元件中，在各元件中冷冻机油的分布如下：压缩机 60mL；冷凝器 30mL；蒸发器 90mL；干燥器 30mL；管路 40mL。

系统内冷冻机油必须定量加注，若加注过多，会积聚在冷凝器或蒸发器内，阻碍制冷剂流动，影响散热和吸热效果，使制冷系统工作不良。如别克君威 250mL；赛欧 220mL；凯越 220mL。





1-78 空调制冷基本原理是怎样的？

制冷是指空调系统获得冷气而制造和维持必要的冷源的过程，冷源是指温度低于环境温度的物体或场所。

人们在游完泳时，会有冷的感觉，在手臂上涂抹酒精也有凉爽的感觉，这都是因为液体的蒸发带走了热量，如图 1-34 所示。

这也就给我们一个启发，利用液体的蒸发可以吸收周围环境的热量。为此，我们制作一个如图 1-35 的装置，将一个带有开关的容器装在一个绝热良好的盒子内，容器中装有常温下容易挥发的液体，将开关打开时，容器内的易挥发液体便开始蒸发，同时吸收绝热盒子内的热量，吸收了热量的液体转化为气体，从开关排出。盒内的温度便会低于盒外的温度。如果容器内的易挥发液体能得到不断的补充，冷却的效果便会持续下去。

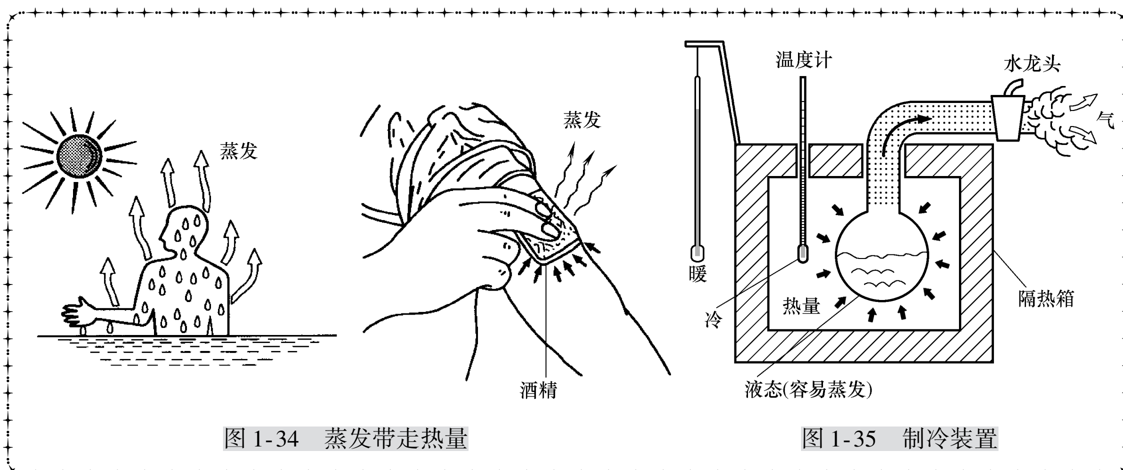
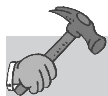


图 1-34　蒸发带走热量　　图 1-35　制冷装置

从制冷装置的运作情况看，**制冷过程中热量的转移是靠液体的状态变化实现的**，我们将这种液体称为制冷剂。



1-79 制冷循环过程是怎样的？

为了使前述的制冷装置的制冷过程持续下去，就必须不断地向容器中补充制冷剂，从开关放出的制冷剂也应回收加以反复利用。为此，有必要制作一套装置使制冷剂能够在装置中循环，不断地将热量带走。根据前述物质的沸点与压强的关系，降低压强可以使物质的沸点降低，使其更加容易蒸发而吸收热量；提高压强可以使物质的沸点升高，使其更加容易转化为液体而放出热量。为此，将前述装置从开关放出的气体制冷剂回收回来，使其进入一台压缩机，提高压强，再通过一个称为冷凝器的装置，经强制冷却放出热量变为液体，并将这种液体制冷剂暂时存放在一个储液罐中以备再次使用，如图 1-36 所示。

高压的液体通过一个小孔，可以使其迅速膨胀而压强降低，在这种情况下，液体由于压强的降低而非常容易汽化而吸热。因此，将储液罐中的制冷剂通过一个小孔（膨胀阀）放

出，让其进入一个称为蒸发器的容器。由于制冷剂的压强下降，所以很快便会蒸发，吸收蒸发器周围的热量，使蒸发器周围得到冷却，如图 1-37 所示。

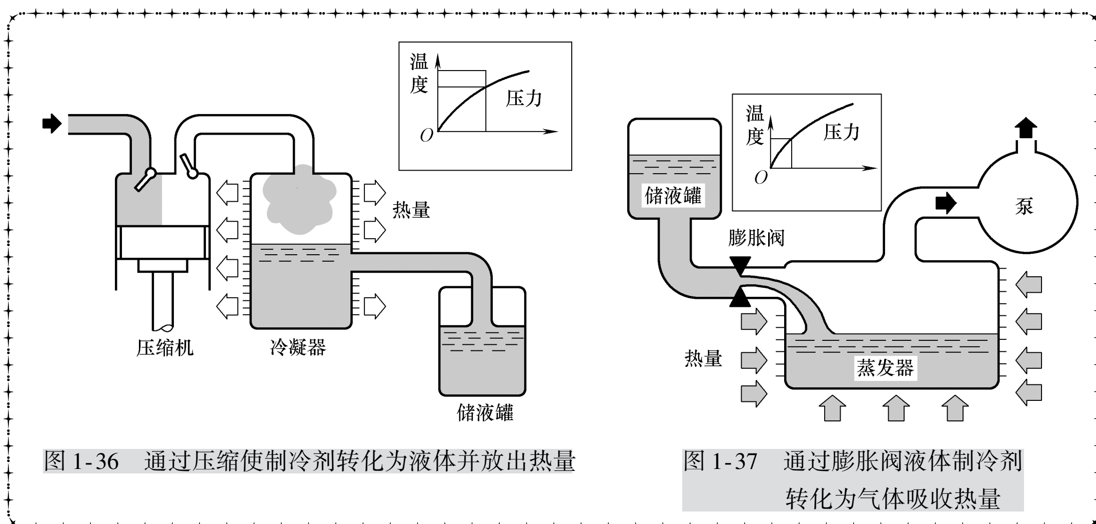
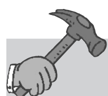


图 1-36　通过压缩使制冷剂转化为液体并放出热量

图 1-37　通过膨胀阀液体制冷剂转化为气体吸收热量

将上述两个过程组合起来，就可以形成一个制冷循环；储液罐中的高压液态制冷剂从膨胀阀喷出，压强下降，体积迅速膨胀，转化为气体，吸收周围的热量，使周围的温度下降；气态的制冷剂再经压缩机加压形成高压气态的制冷剂，高压气态制冷剂进入冷凝器冷却，从气态转变为液态，同时放出热量，液态制冷剂再进入储液罐，以备再次使用，这就是一个完整的制冷循环。从制冷循环可以看出，**所谓制冷就是通过制冷剂的状态变化将一个部位（蒸发器周围）的热量带到另一个部位（冷凝器周围）**。制冷循环中的各种装置都是围绕这种热量的转移而设置的。



1-80 汽车空调制冷系统的功能与组成是怎样的？

调节车内温度是汽车空调制冷系统的基本功能。汽车空调制冷系统的第二个功能是调节车内的湿度。制冷系统的主要部件有压缩机、冷凝器、储液干燥器（集液器）、膨胀阀（膨胀管）、蒸发器、导管与软管、压力开关等，如图 1-38 所示。各主要部件的名称、功用及实物图片对照见表 1-7。

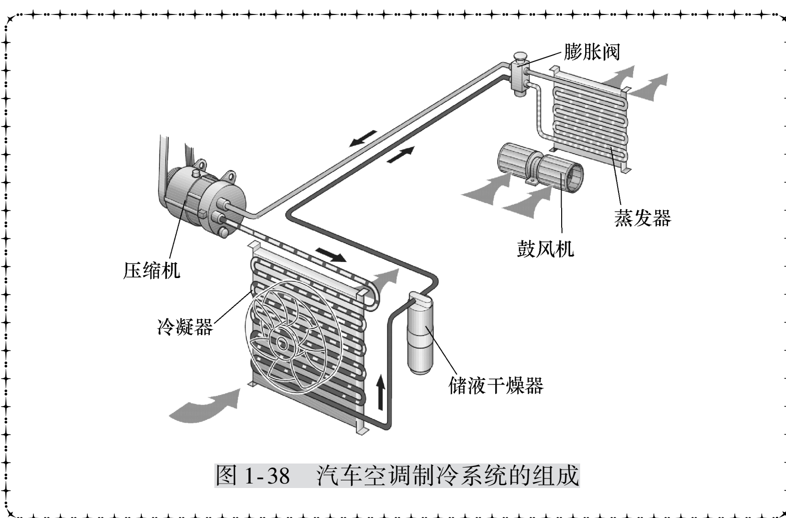


图 1-38　汽车空调制冷系统的组成

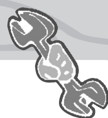
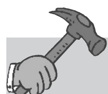


表 1-7　汽车空调制冷系统主要部件的名称、功用和实物图片

元　件	功　用	图　示
压缩机	压缩制冷剂，使制冷剂在系统中循环	
冷凝器	对从压缩机排出的气态制冷剂散热降温，使其变成液态制冷剂	
储液干燥器（集液器）	储存制冷剂、干燥水分、过滤杂质	
膨胀阀（膨胀管）	节流降压	

（续）

元　件	功　用	图　示
蒸发器	使制冷剂膨胀，并吸收空气中的热量	
压力开关	在制冷系统的压力过高或过低时，使制冷系统停止工作，保护管路和压缩机	
空调管路	制冷剂循环通道	

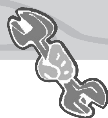


1-81 汽车空调制冷系统的制冷循环过程是怎样的？

压缩机等各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每一循环有四个基本过程。其工作原理如图 1-39 所示。

制冷循环就是利用有限的制冷剂在封闭的制冷系统中，反复地将制冷剂压缩、冷凝、膨胀、蒸发，不断在蒸发器中吸热汽化，使蒸发器始终保持很低的温度而用于车内空气的降温除湿。在制冷循环系统中，压缩机是动力源。汽车空调系统制冷剂循环流程如图 1-40 所示。

在汽车空调系统中，压缩机由发动机曲轴上的驱动带驱动旋转，并将蒸发器中因吸收车内热量而汽化的低温低压气态制冷剂 R134a，经低压软管和低压阀吸入压缩机。低温低压气态制冷剂经压缩机压缩后，变成高温（约 65℃）、高压（约 1300kPa）的气态制冷剂，经高压阀和高压软管送入发动机散热器前面的冷凝器。制冷剂在冷凝器中由车外空气冷却成为高温（约 55℃）、高压（约 1300kPa）的液态制冷剂，并从冷凝器底部流向储液干燥器。经储液干燥器过滤、脱水后，由高压软管送入热力膨胀阀。经热力膨胀阀节流降压后，变成低温（约 −5℃）、低压（约 150kPa）的液态制冷剂进入蒸发器，并在蒸发器内大量吸收蒸发器管壁及周围空气的热量而蒸发汽化，使蒸发器表面及其周围的车内热空气温度降低（由此



产生冷源)。当鼓风机将车内热空气或车外热空气强制吹过蒸发器表面时，热空气便被蒸发器冷却而变成冷气送回车内空间，从而达到降低车内温度的目的。液态制冷剂在蒸发器内吸热汽化为低温（约为0℃）、低压（约150kPa）的气态制冷剂，并经低压软管由压缩机再次吸入，从而完成制冷循环。

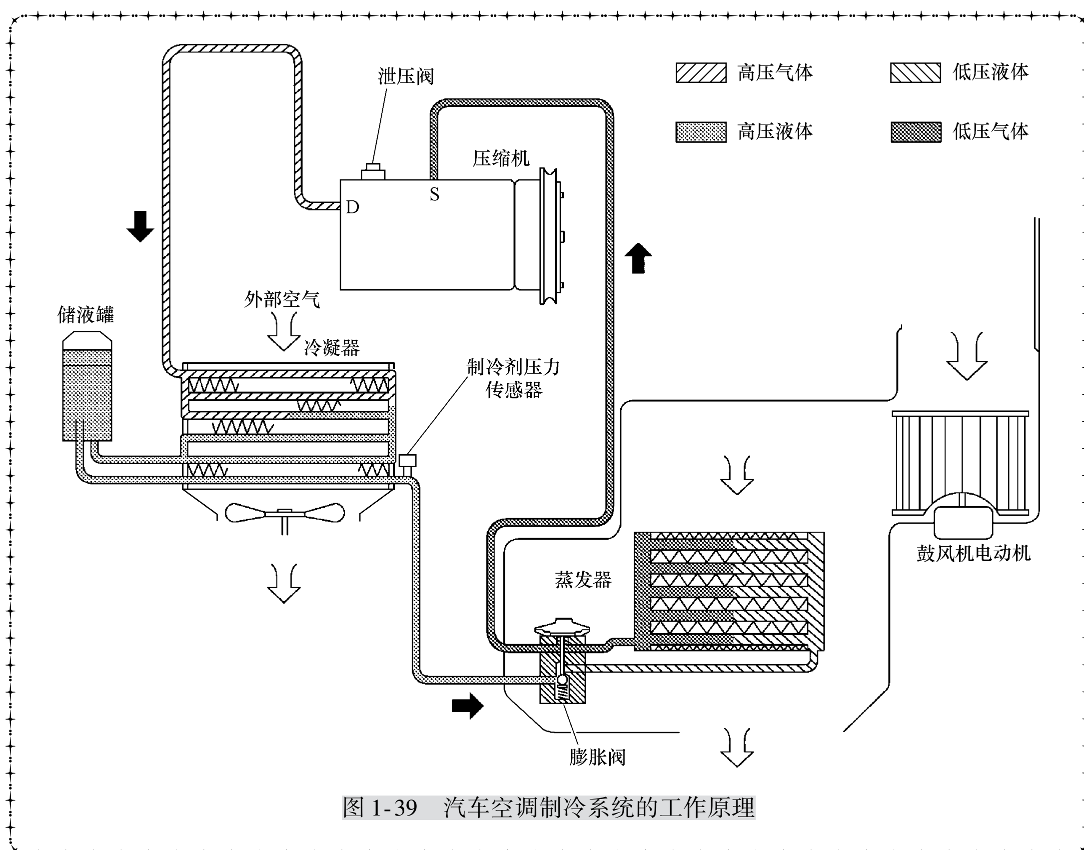


图 1-39　汽车空调制冷系统的工作原理

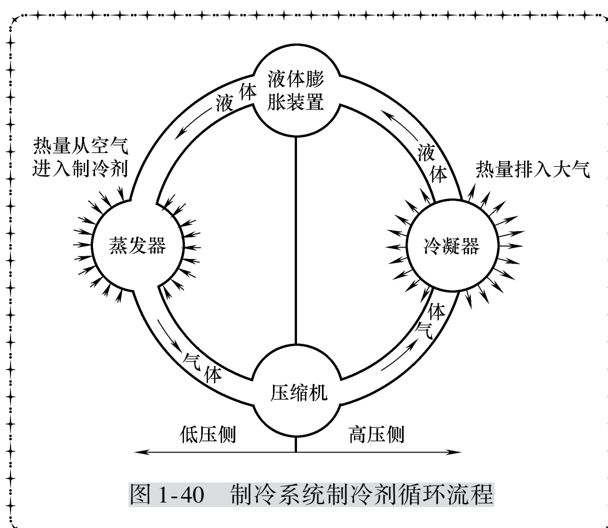
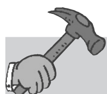


图 1-40　制冷系统制冷剂循环流程



1-82 制冷循环的四个工作过程是怎样的？

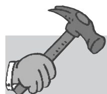
制冷循环由压缩、冷凝、膨胀和蒸发四个工作过程组成。

（1）压缩过程　压缩机从蒸发器吸入低温低压气态制冷剂，并将其压缩成高温（约65℃）、高压（约1300kPa）气态制冷剂送往冷凝器冷却降温。

（2）冷凝过程　高温、高压气态制冷剂由发动机散热器前面的冷凝器（散热器）散热，将其冷凝成高温（约55℃）、高压（约1300kPa）液态制冷剂。

（3）膨胀过程　冷凝后的高温、高压液态制冷剂经热力膨胀阀节流降压后，将其转变成低温（约零下5℃）、低压（约150kPa）的液态制冷剂送入蒸发器。

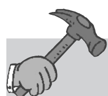
（4）蒸发过程　低温、低压液态制冷剂流经蒸发器时，不断吸收车内空气的热量而汽化成低温（约为0℃）、低压（约150kPa）气态制冷剂。从蒸发器流出的气态制冷剂又被压缩机吸入而进入下一次制冷循环。



1-83 如何通过触摸的方式检查空调制冷系统工作是否正常？

当制冷系统工作正常时，低压管路呈低温状态，高压管路呈高温状态。从膨胀阀出口经蒸发器至压缩机入口为低压区；从压缩机出口经冷凝器、储液干燥器至膨胀阀为高压区。检查低压区时，由膨胀阀出口经蒸发器至压缩机入口应当是由凉变冷，但无霜冻。检查高压区时，由压缩机出口经冷凝器、储液干燥器至膨胀阀入口应当是由暖变热（检查时，注意手与被检查部位之间应保持一定的距离，避免烫伤）。**如压缩机入口与出口之间无明显的温差，说明制冷剂泄漏或无制冷剂。如储液干燥器特别凉或其入口与出口之间温差明显，说明储液干燥器堵塞。**

第 2 章 汽车空调系统部件结构与检修



2-84 制冷系统中各主要部件的功用是怎样的？

在制冷系统中，**压缩机**起着压缩和输送制冷剂气体的作用，是整个系统的心脏。**膨胀阀**起节流降压作用，同时调节进入蒸发器制冷剂液体的流量，是系统高低压的分界线。**蒸发器**是输出冷气的设备，制冷剂在其中吸收被冷却空气的热量，使空气降温。**冷凝器**是放出热量的设备，蒸发器中吸收的热量、压缩机消耗的功所转化的热量，一起从冷凝器上散发出去，被冷却空气带走。压缩机所消耗的功起到了补偿作用，只有消耗了外界的功，制冷剂才能把从车内较低温度的空气中吸取的热量不断地传递到车外较高温度的空气中去，从而达到制冷的目的。制冷循环系统中各部件在车上的安装位置如图 2-1 所示。

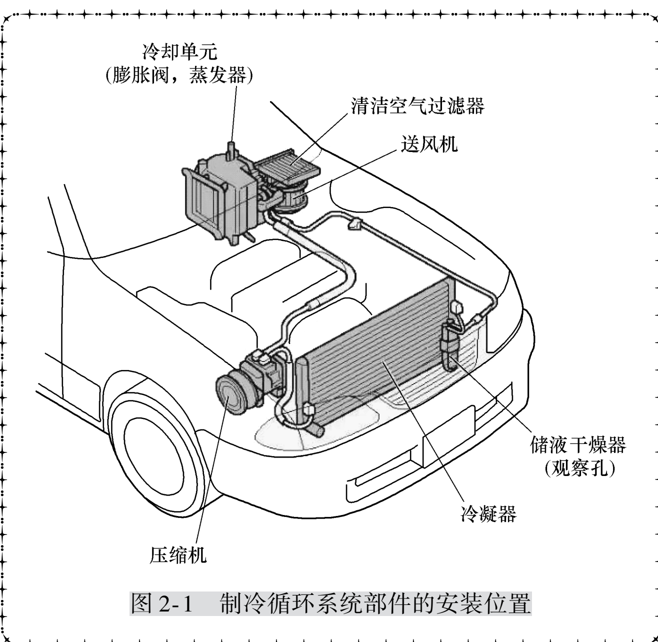
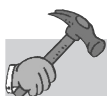
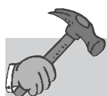


图 2-1　制冷循环系统部件的安装位置



2-85 压缩机的功用及类型是怎样的？

压缩机（compressor）是汽车空调系统的主要部件之一，是空调制冷系统的心脏，它是制冷系统中低压和高压、低温和高温的转换装置。压缩机的功用是：一方面使压缩机进口处成低压状态，使蒸发器携带潜热（包括吸收了车室内热量）的制冷剂流出蒸发器，这种低压状态可使制冷剂进入蒸发器；另一方面将低压气态制冷剂压缩成高压气态制冷剂。压缩机的这两项功能只要有一个失效就会导致空调系统内的制冷剂无法循环，空调系统将工作不良或无法制冷。空调系统的压缩机工作时，吸气阀吸入制冷剂，压缩后从排气阀排出。**常用空调压缩机有曲轴连杆压缩机、翘板活塞压缩机、回转斜盘活塞压缩机、旋转叶片压缩机等。**



2-86 对汽车空调压缩机的特殊要求有哪些？

汽车空调压缩机与一般用途的压缩机相比，在结构和性能上有下列特殊的要求。

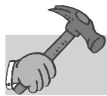
① **制冷能力要强**，尤其要求有良好的低速性能，以确保汽车在低速行驶和怠速时也有足够的制冷能力。

② **要节省动力**，尤其是汽车在高速行驶时动力消耗不能过大，否则不仅使经济性降低，还会影响汽车的动力性能。

③ **体积和重量都要小**。对于轿车和轻型汽车来说，压缩机必须在发动机室有限的空间内安装和固定。

④ 要能经受恶劣的运行条件，**可靠性高**。由于汽车发动机室温度较高，怠速时常达120℃以上，而且汽车空调的冷凝压力较高，因此要求压缩机耐高温和高压。由于汽车可能在颠簸的道路上高速行驶，要求器件必须有良好的抗振性，机组密封性能要好。

⑤ **起动、运转平稳**。开、停压缩机时对发动机转速的影响不应太大，起动转矩要小，振动小，噪声低，工作可靠。



2-87 汽车空调压缩机有哪些类型？

汽车空调压缩机一般采用开启式、容积式结构，除部分由专门的辅助发动机直接驱动外，大多靠电磁离合器由带轮与发动机通过传动带进行连接。现在随着电动汽车的发展，也出现了一种由直流无刷电动机或交流电动机驱动的全封闭式压缩机，但市场上数量极少。

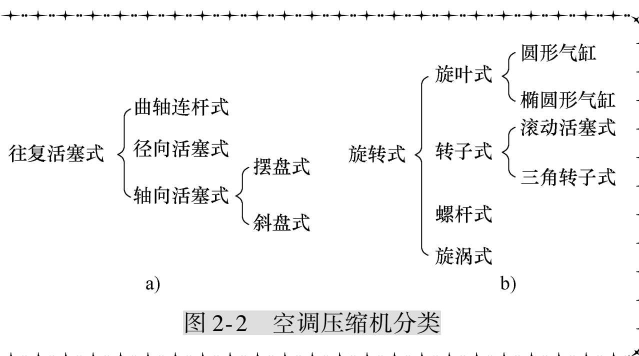


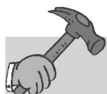
图 2-2 空调压缩机分类

用于汽车制冷系统的压缩机**按其运动形式可分为往复活塞式和旋转式两大类**，具体分类如图 2-2 所示。

汽车制冷系统的压缩机**按其工作时工作容量是否变化可分为定排量式和变排量式**。变排



量压缩机可根据空调系统的制冷负荷自动改变排量，使空调系统运行更加经济。目前广泛采用是各种斜盘式和摆盘式压缩机。旋涡式压缩机是一种很有发展前途的车用压缩机机型。



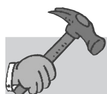
2-88　汽车空调压缩机的发展趋势是怎样的？

（1）**轻量化**　为配合汽车质量减小的要求，随着铝合金和镁合金压铸技术的进步和制造成本的下降，目前压缩机的很多零件采用铝合金或镁合金来替代铸铁件，使质量大幅度下降，中、小型排量压缩机已基本实现全铝化外壳。

（2）**高速化**　随着汽车行驶速度的提高，对压缩机的连续运行最高转速也提出了更高的要求。最具代表性的就是欧洲各汽车厂家联合推出了 VDA 标准（VBRBAND DER AUTOBOMIL INDUSTRIE，德国汽车工业联合会），对压缩机提出了最高瞬时运行转速 9200r/min 的高要求。

（3）**高效化**　随着节约能源意识的提高，汽车厂家对所有耗能零件都提出了提高效率、降低能耗的要求，压缩机作为高耗能零件也不例外。各空调生产厂家提出了很多改进结构、降低能耗的方案。例如改进进、排气阀片，离合器，内部运动机构等。在此基础上，各大压缩机厂家改进了变排量压缩机的研制和配套工作。目前世界上 30% 以上的车辆选用变排量压缩机。

（4）**电子化**　随着电子元器件成本的下降和普及，汽车的电子元器件含量也越来越高，高档轿车上电子元器件的比例约占 30%。近期，一些压缩机厂家推出了电控控制阀的可变排量压缩机，并得到了进一步推广。



2-89　汽车空调曲轴连杆式压缩机的结构是怎样的？

曲轴连杆式压缩机属传统结构，早期的汽车空调大都采用此种类型，近来中小型汽车大多采用斜盘式和旋转式压缩机，很少使用曲轴连杆式压缩机，而大客车仍主要采用曲轴连杆式压缩机。

曲轴连杆式压缩机的具体结构如图 2-3 所示。这种压缩机的结构与发动机相似，一般采用双缸结构，曲轴回转，带动连杆使活塞进行往复运动，吸入和压缩气体。活塞上部的缸体上装有进、排气阀总成，在曲轴和壳体之间装有防止制冷剂泄漏的轴封。为保证零部件的正常运动，在曲轴箱内充有规定数量的压缩机润滑油及供油设施。具体组成如下。

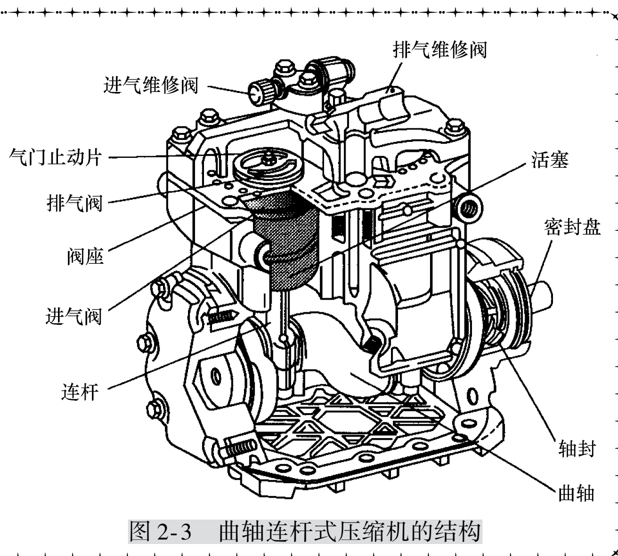


图 2-3　曲轴连杆式压缩机的结构

① **曲轴连杆机构**由活塞、活塞销、连杆、曲轴、轴承组成。曲轴连杆机构通过活塞销

和连杆，将曲轴的旋转运动转换成活塞的往复运动，使制冷剂吸入和压缩，实现制冷剂的循环。

② **进、排气阀机构**由进气阀片、排气阀片、阀门片和挡片等组片组成。当活塞下行时，气缸内压力降低，从蒸发器来的低温、低压气体在压力差的作用下，推开进气阀片进入气缸，如图2-4a所示。当活塞上行时，制冷剂被压缩，压力上升，进气阀片被制冷剂压向关闭位置，如图2-4b所示。

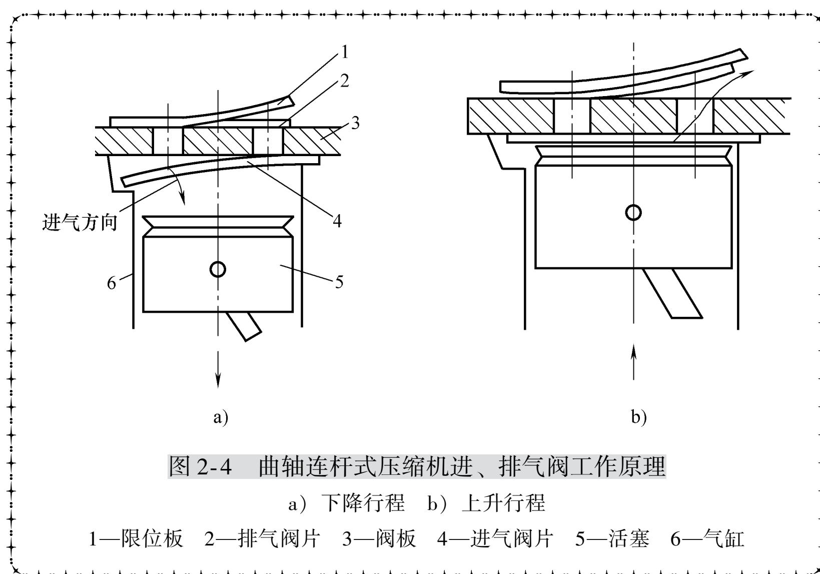


图2-4　曲轴连杆式压缩机进、排气阀工作原理

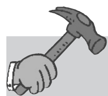
a）下降行程　b）上升行程

1—限位板　2—排气阀片　3—阀板　4—进气阀片　5—活塞　6—气缸

③ **润滑机构**曲轴连杆机构由于高速运转，摩擦副部位必须要有良好的润滑。常见的润滑方式有飞溅润滑和油泵润滑两种。油泵润滑又称强制性润滑，是利用连接于主轴尾端的油泵，将积存于曲轴箱底部的润滑油吸入，通过主轴中的油孔向各轴承及轴封供油。

④ **轴密封机构**由弹性挡圈、密封座、O形圈、轴封等组成。

由于汽车空调压缩机工作环境十分恶劣，不仅灰尘大、振动大，而且起动频繁、主轴易窜动，因此汽车空调对轴封的要求很高。在不同环境条件下，当压缩机起动、运转、停车和主轴发生颤振与少许窜动时，轴封都能阻止制冷剂泄漏。为此，要求轴封的固定部位（静环圈）和旋转部位（动环圈）的接触面（密封面）处有较高的加工精度，轴封材料要具有耐磨、耐油、耐制冷剂腐蚀和耐高温等性能，而且还要考虑轴封材料之间、轴封材料与压缩机主轴之间的配合间隙及热膨胀特性。



2-90　曲轴连杆式压缩机的工作过程是怎样的？

曲轴连杆式压缩机的工作过程如图2-5所示。压缩机的活塞在气缸内不断地运动，改变了气缸的容积，从而在制冷系统中起到了压缩和输送制冷剂的作用。**压缩机的工作可分为压缩、排气、膨胀、吸气四个过程**，活塞下行时进气阀打开，制冷剂进入气缸，活塞上行时，制冷剂被压缩，当达到一定压力时，排气阀打开，制冷剂排出。



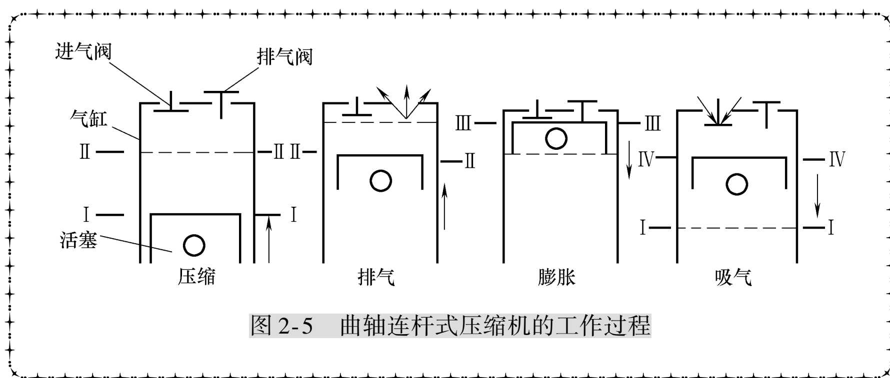


图 2-5　曲轴连杆式压缩机的工作过程

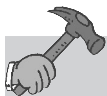
（1）压缩过程　活塞在曲轴的带动下在气缸内运动，当活塞运行到缸内最低点（下止点Ⅰ-Ⅰ）时，气缸内充满了由蒸发器吸入的制冷剂气体。当活塞上行时，进气阀被关闭，而排气阀因缸内压力尚低而不能打开。活塞上行，缸内体积缩小，即气缸工作容积不断变化，密闭在缸内的制冷剂气体的压力和温度不断升高。当活塞向上移动到一定位置（Ⅱ-Ⅱ）时，即缸内气体压力略高于排气阀上部的压力时，排气阀便被打开，开始排气。制冷剂气体在气缸内从进气时的低压升高到排气时的高压的过程称为压缩过程。

（2）排气过程　活塞继续向上运行，气缸内的制冷剂气体压力不再升高，而是不断地经过排气阀向排气管输出，直到活塞运动到最高位置（上止点Ⅲ-Ⅲ）时，排气过程结束。制冷剂气体从气缸向排气管输出的过程称为排气过程。

（3）膨胀过程　当活塞运行到上止点位置时，由于压缩机的结构及工艺等原因，活塞顶部与气阀座之间存在一定的间隙，该间隙所形成的容积称为余隙容积。排气过程结束时，由于该间隙内有一定数量的高压气体，当活塞再下行时，排气阀已关闭，可进气阀并不能马上打开，使得吸气管内的气体不能很快进入气缸。这是因为残留的高压气体还需在气缸容积增大后膨胀，使其压力下降到气缸内的压力稍低于吸气管道内的压力时，进气阀才能打开。活塞从上止点向下移动到进气阀打开位置（Ⅳ-Ⅳ）的过程，称为膨胀过程。

（4）吸气过程　活塞继续下行，进气阀打开，低压制冷剂气体便不断地由蒸发器经吸气管和进气阀进入气缸，直到活塞下行至下止点为止，这一过程称为吸气过程。

完成吸气过程后，活塞又上行，重新开始压缩过程，如此周而复始，不断循环。压缩机经过压缩、排气、膨胀、吸气四个过程，将蒸发器内的低压制冷剂气体吸入，使其压力升高后排入冷凝器，因此压缩机起吸入、压缩和输送制冷剂的作用。



2-91　旋转斜盘式压缩机的结构与工作原理是怎样的？

斜盘式压缩机也称斜板式压缩机，是一种轴向往复活塞式压缩机。目前，它是汽车空调压缩机中使用最为广泛的一种。国内常见的轿车，如奥迪、捷达以及富康等轿车的空调系统均采用斜盘式压缩机。

旋转斜盘式压缩机的结构如图 2-6 所示，主要零件是主轴和斜盘（图 2-7）。**这种压缩机通常在机体圆周方向上布置有 6 个或者 10 个气缸，各气缸主轴为中心布置，每个气缸中安装一个双向活塞形成 6 缸机或 10 缸机**，如是 6 缸，3 缸在前部，3 缸在后部，如是 10 缸，

5 缸在前部，5 缸在后部。双向活塞的两活塞各自在相对的气缸（一前一后）中，活塞一端在前缸中压缩制冷剂蒸气时，另一端就在后缸中吸入制冷剂蒸气，反向时作用相反。各缸均备有进气阀和排气阀，另有一根高压管，用于连接前后高压腔。斜盘与压缩机主轴固定在一起，斜盘的边缘装在活塞中部的槽中，活塞槽与斜盘边缘通过钢球轴承支承在一起。当主轴旋转时，斜盘也随着旋转，斜盘边缘推动活塞做轴向往复运动。如果斜盘转动一周，前后两个活塞各完成压缩、排气、膨胀、吸气一个循环，相当于两个气缸作用。如果是轴向 6 缸压缩机，缸体截面上均匀分布 3 个气缸和 3 个双向活塞，当主轴旋转一周，相当于 6 个气缸的作用。

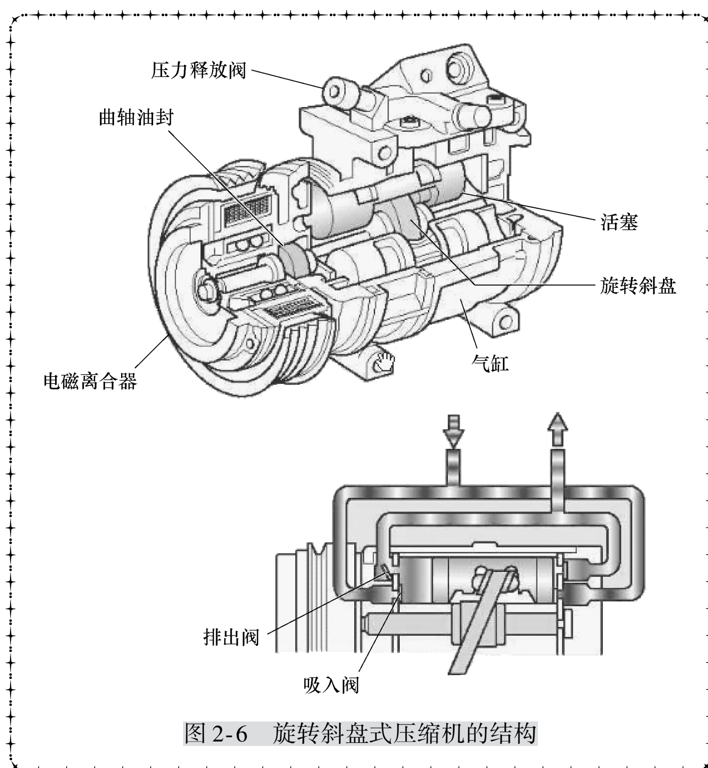


图 2-6　旋转斜盘式压缩机的结构

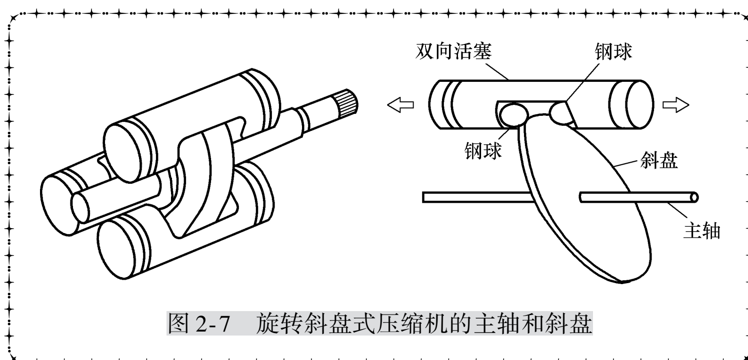
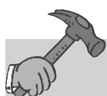


图 2-7　旋转斜盘式压缩机的主轴和斜盘





2-92　旋转斜盘式压缩机的工作过程是怎样的？

旋转斜盘式压缩机的工作过程如图 2-8 所示。压缩机轴旋转时，轴上的斜盘同时驱动所有的活塞运动，部分活塞向左运动，部分活塞向右运动，图中的活塞在向左运动中，活塞左侧的空间缩小，制冷剂被压缩，压力升高，打开排气阀，制冷剂向外排出，与此同时，活塞右侧空间增大，压力减小，进气阀开启，制冷剂进入气缸。由于进、排气阀均为单向阀结构，所以保证制冷剂不会倒流。

斜盘每转动一周，前后两个活塞各自完成吸气、压缩、排气、膨胀过程，完成一个循环，相当于两个工作循环。这意味着如果缸体截面均布五个气缸和五个双向活塞时，当主轴旋转一周，相当于十个工作气缸。所以称这种有五缸、五个双向活塞布置的压缩机为斜盘式十缸压缩机。

斜盘式压缩机有的采用飞溅润滑，有的采用压力润滑。由于其结构紧凑，效率高，性能可靠，因而适用于汽车空调。

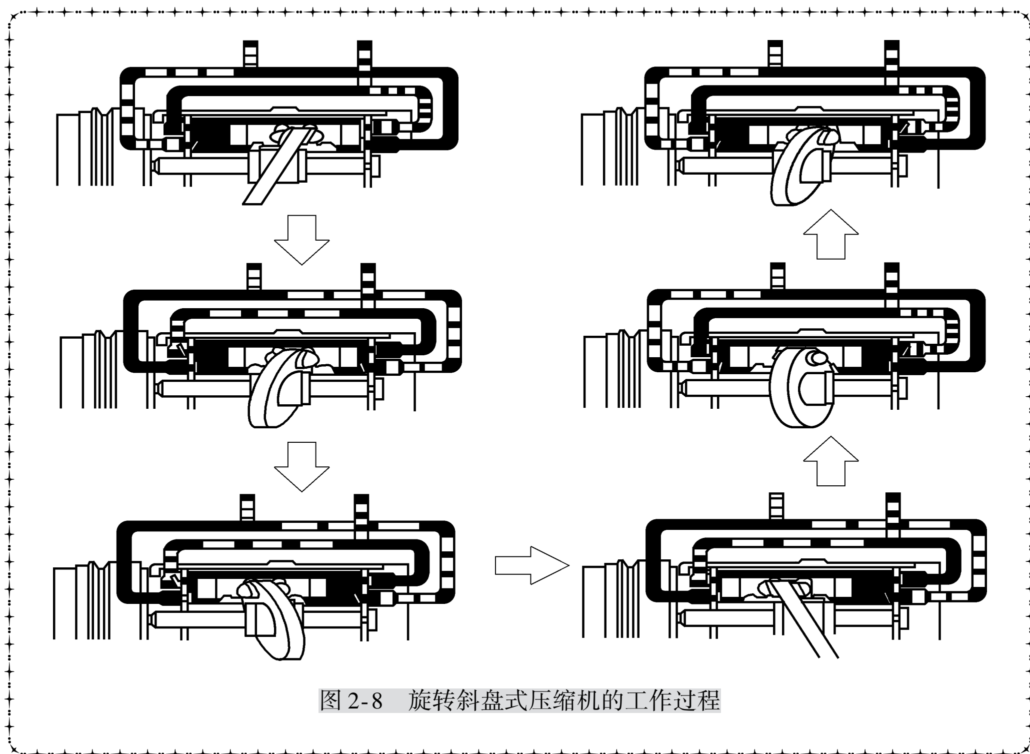
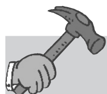


图 2-8　旋转斜盘式压缩机的工作过程



2-93　摆盘式压缩机的结构与工作原理是怎样的？

摆盘式压缩机也称摇板式压缩机，是一种轴向活塞式压缩机，往复式单向活塞结构。它又称单向斜盘式，与旋转斜盘式属同一类型，是目前汽车空调中应用最广泛的机型。

图 2-9 所示为摆盘式压缩机剖视图，图 2-10 所示为摆盘式压缩机工作原理。气缸以压缩机的轴线为中心，均匀分布，连杆连接活塞和摇板，两端采用球形万向节，使摇板的摆动和活塞的移动相协调而不发生干涉。摇板中心用钢球作支承中心，并用一对固定的锥齿轮限制摇板只能摇动而不能转动。主轴和楔形传动板连接在一起。压缩机工作时，主轴带动楔形传动板一起旋转。由于楔形传动板的转动，迫使摇板以钢球为中心，进行左右摇摆移动。摇板和楔形传动板之间的摩擦力，使摇板具有转动的趋势，但是这种趋势被一对锥齿轮限制，使摇板只能左右移动，并带动活塞在气缸内往复运动。

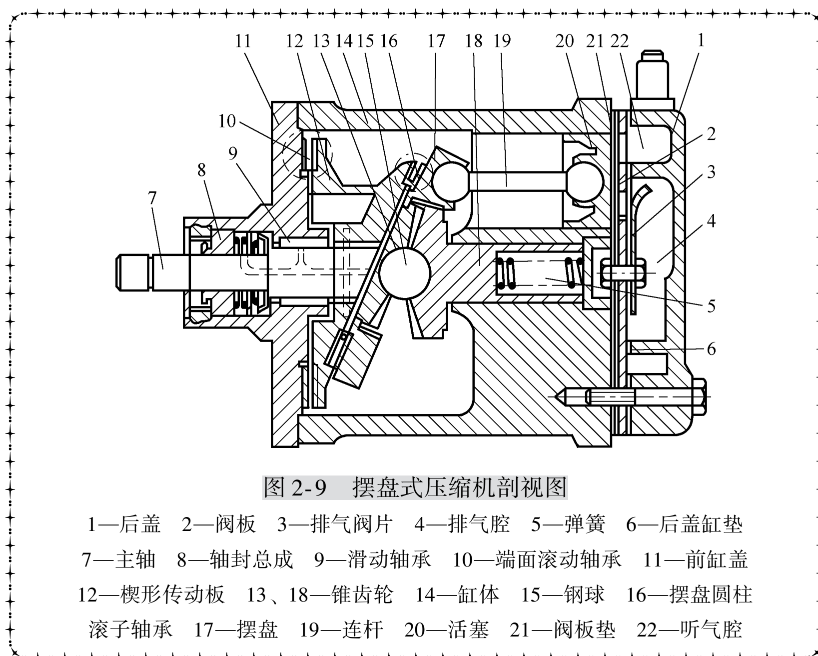


图 2-9　摆盘式压缩机剖视图

1—后盖　2—阀板　3—排气阀片　4—排气腔　5—弹簧　6—后盖缸垫
7—主轴　8—轴封总成　9—滑动轴承　10—端面滚动轴承　11—前缸盖
12—楔形传动板　13、18—锥齿轮　14—缸体　15—钢球　16—摆盘圆柱滚子轴承　17—摆盘　19—连杆　20—活塞　21—阀板垫　22—听气腔

其实不难发现，**摆盘式压缩机和斜盘式压缩机的工作原理基本相同，是将靠在主轴传动板上的摇板的摇摆运动变为单向活塞沿轴向的往复运动**。它与旋转斜盘式压缩机的主要差别是：旋转斜盘式是由斜盘直接驱动活塞往复运动的，而摆盘式则是由传动板带动摇板，由摇板驱动活塞往复运动的。由于防旋齿轮或防旋销的作用，摇板不能跟着传动板旋转，只以主轴为轴心被推着摆动。摇板通过两端带有球铰的双球头连杆与活塞相连接，跟着摇板摆动，活塞在气缸内沿轴向往复运动。斜盘式与摆盘式的结构比较如图 2-11 所示。

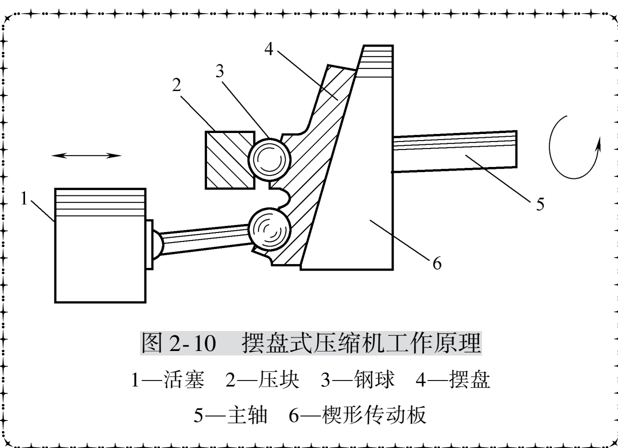


图 2-10　摆盘式压缩机工作原理

1—活塞　2—压块　3—钢球　4—摆盘
5—主轴　6—楔形传动板



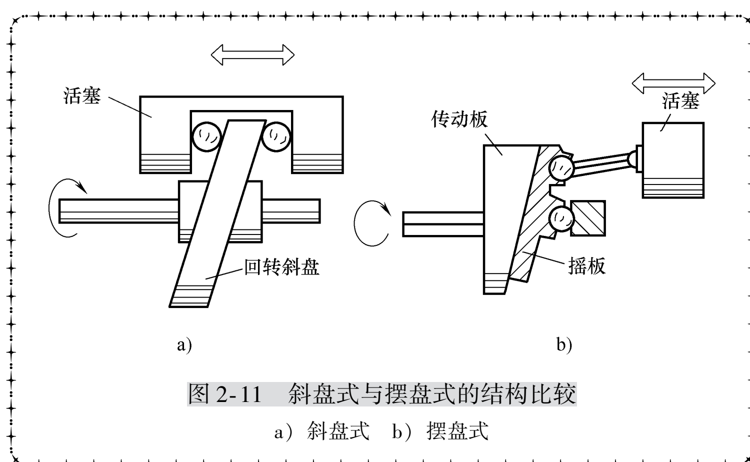
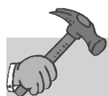


图 2-11　斜盘式与摆盘式的结构比较

a）斜盘式　b）摆盘式



2-94　摆盘式压缩机的工作过程是怎样的？

摆盘式压缩机与曲轴连杆式一样，均有进气阀片和排气阀片，工作循环也具有压缩、排气、膨胀、吸气四个过程。如图 2-12 所示，当活塞向右运动时，该气缸处于膨胀、吸气两个过程，而摇板另一端的活塞则反向向左移动，使该气缸处于压缩、排气两个过程。主轴每转动一周，一个气缸便要完成上述的压缩、排气、膨胀、吸气的一个循环。一般一个摇板配有五个活塞，这样相应的五个气缸在主轴转动一周时，就有五次排气过程。

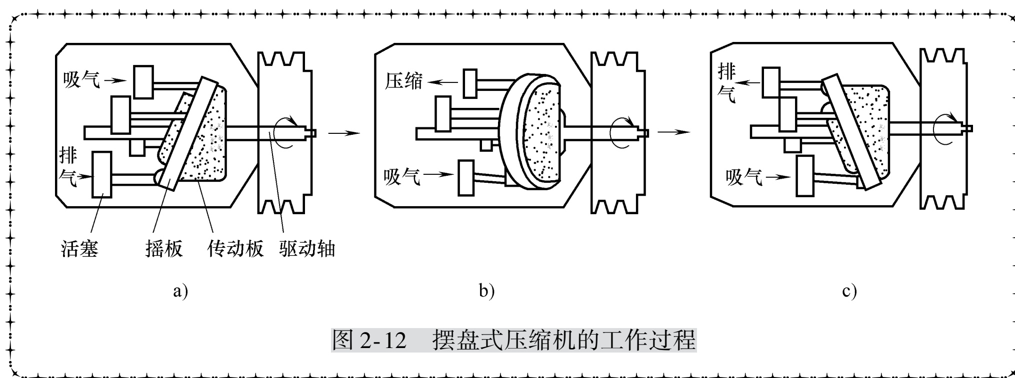
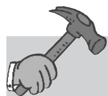


图 2-12　摆盘式压缩机的工作过程



2-95　旋叶式压缩机的结构是怎样的？

旋叶式压缩机又称刮片式压缩机，是旋转式压缩机中应用在汽车空调上最早的压缩机。

旋转式压缩机和往复式压缩机都是依靠气缸容积的变化来达到制冷的目的的，但是**旋转式压缩机工作容积的变化不同于往复式压缩机，它的工作容积变化除了周期性扩大和缩小外，其空间位置也随主轴的转动不断发生变化。**这类压缩机可以不用进气阀片，排气阀片则可根据需要来设置。旋转式压缩机基本上无余隙容积，其工作过程一般只有进气、压缩、排

气三个过程，所以它的容积效率比往复式压缩机高得多，可高达 80% ~95%。

旋叶式压缩机的气缸有两种形状：一种是圆形，一种是椭圆形。叶片有两片、三片、四片、五片等几种。其中圆形气缸配置的叶片为两片、三片、四片三种，如图 2-13 所示。椭圆形气缸配置的叶片为四片、五片两种，如图 2-14 所示。

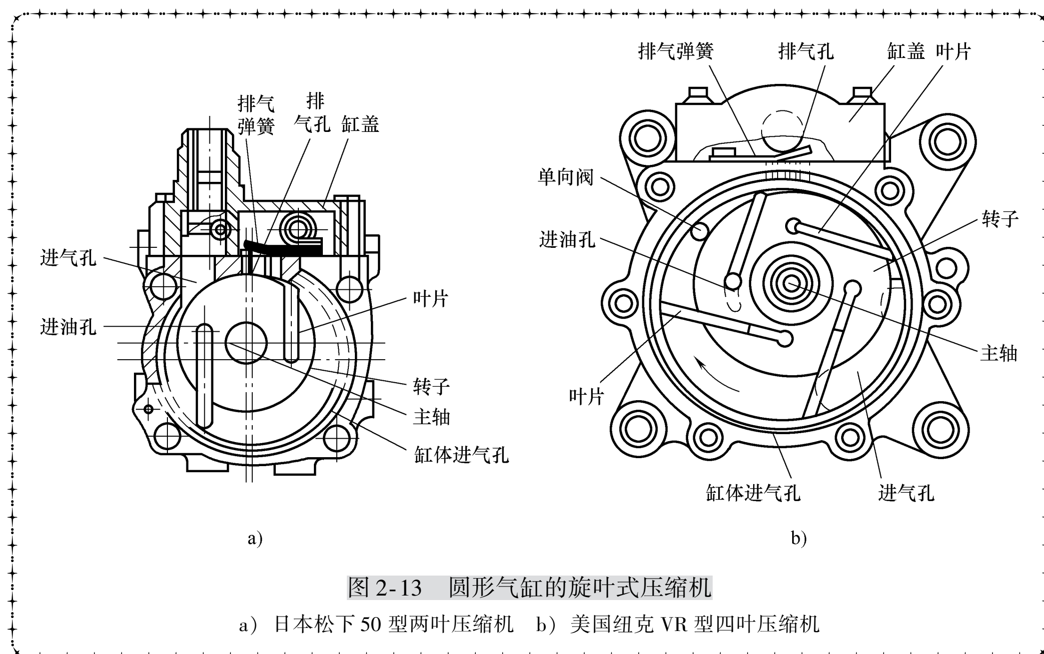


图 2-13　圆形气缸的旋叶式压缩机

a）日本松下 50 型两叶压缩机　b）美国纽克 VR 型四叶压缩机

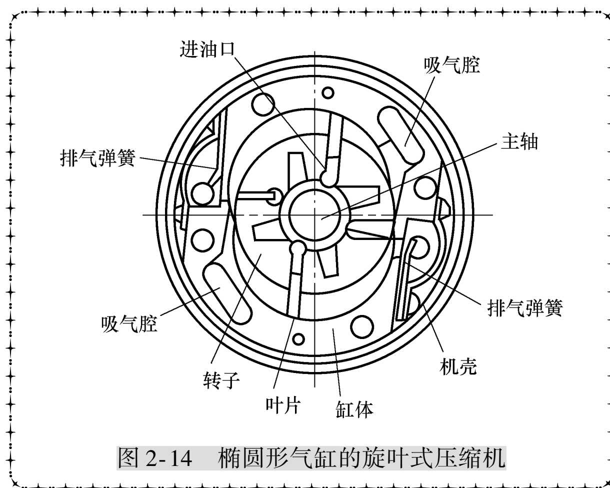
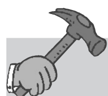


图 2-14　椭圆形气缸的旋叶式压缩机



2-96　旋叶式压缩机的工作原理及工作过程是怎样的？

在圆形气缸的旋叶式压缩机中，叶轮是偏心安装的，叶轮外圆紧贴在气缸内表面的进、排气孔之间。在椭圆形气缸中，转子的主轴和椭圆中心重合，转子上的叶片和它们之间的接



触线将气缸分成几个空间，当主轴带动转子旋转一周时，这些空间的容积发生“扩大—缩小—几乎为零”的循环变化，制冷剂蒸气在这些空间内也发生吸气—压缩—排气的循环。压缩后的气体通过簧片阀排出。旋叶式压缩机没有进气阀，滑片能完成吸入和压缩制冷剂的任务。**对于圆形气缸而言，两叶片将气缸分成两个空间，主轴旋转一周，即有两次排气过程，四叶片则有四次，叶片越多，压缩机的排气脉冲越小。**对于椭圆形气缸，四叶片将气缸分成四个空间，主轴旋转一周，有四次排气过程。由于排气阀设计在接近接触线的位置，因此旋叶式压缩机几乎不存在余隙容积。

由此可见，旋叶式压缩机容积效率特别高，转子可以高速运转，因此制冷能力强。如图 2-15 所示，**旋叶式压缩机的主要零部件有缸体、转子、主轴、叶片、排气阀、后端盖、带有离合器的前端盖和主轴的轴衬**。后盖板和前端盖上有两个滚动轴承支承主轴转动，后端还有一个油气分离器。转子上开槽的中心不通过转子中心，而是斜置一个角度，以使叶片在转子的斜置槽中自由滑动。叶片之所以在斜置槽中，目的是尽量减小叶片沿转子槽运动时的阻力，以改善叶片在槽中自由滑动的状况。高压润滑油从槽的底面进入槽中，使叶片以浮动的形式接触缸体曲面而实现密封，这样既减小了密封弹簧的弹力，又提高了叶片的耐磨性。与此同时，离心力对无约束的叶片作用也能加强接触面密封的可靠性。旋叶式压缩机的工作过程如图 2-16 所示。

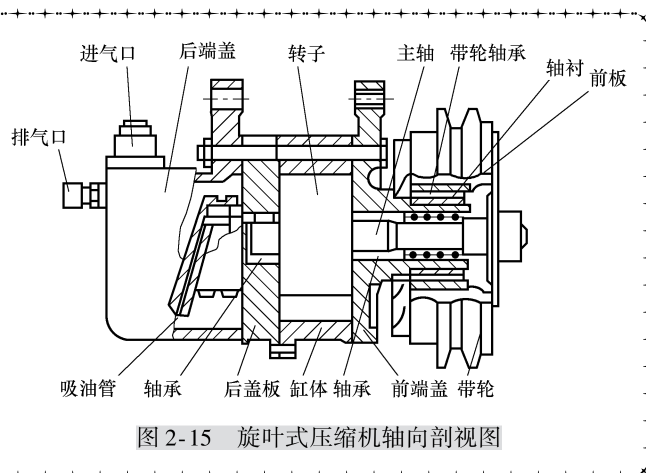


图 2-15　旋叶式压缩机轴向剖视图

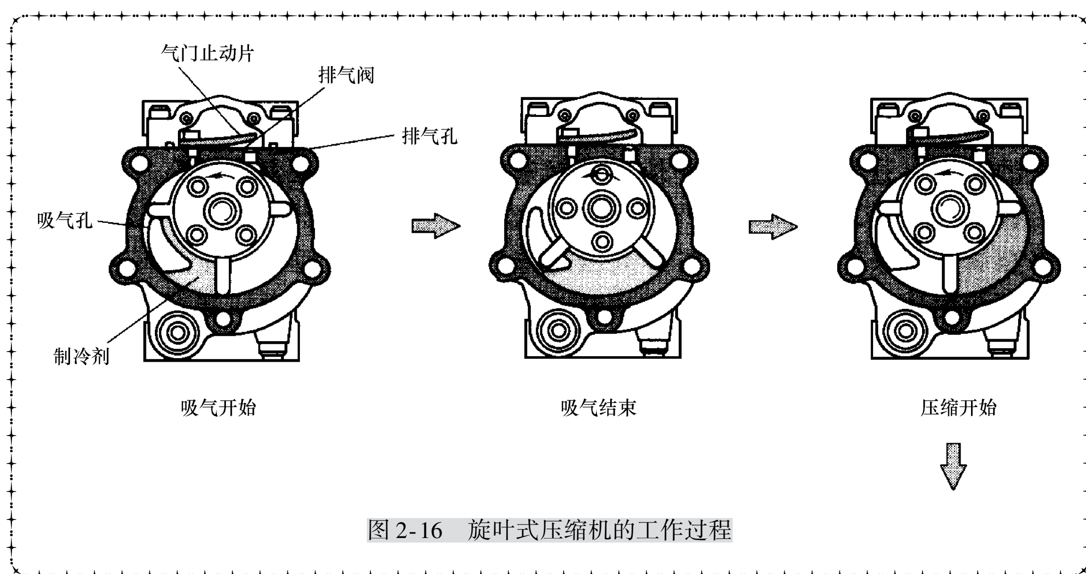


图 2-16　旋叶式压缩机的工作过程

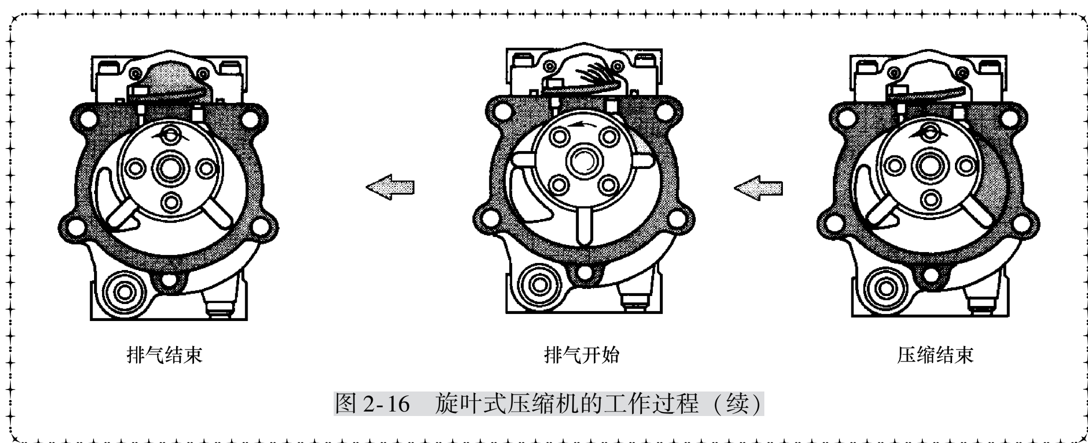
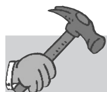


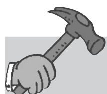
图 2-16　旋叶式压缩机的工作过程（续）



2-97 汽车空调系统为什么采用变排量压缩机？

汽车空调压缩机是通过带轮由发动机直接驱动的，所以汽车高速行驶时，排量随发动机转速的增加而增加，功耗也随之增加。这一方面影响汽车的驾驶性能，另一方面，使压缩机制冷量过剩，造成蒸发压力降低，蒸发器结霜，制冷系数降低。为此，对压缩机容量进行控制，可实现压缩机容量变化与制冷负荷相匹配，使其在低速时具有高制冷能力和高效率，高速时能节约多余的制冷能力，降低功耗。

因此采用变排量压缩机，更能满足人们对汽车安全性和舒适性的要求。变排量空调压缩机目前在汽车上使用逐渐增多，这种类型的压缩机可以根据空调的工况需要使其排量在一定范围内无级变化，只需要改变活塞的行程。



2-98 变排量压缩机主要优点有哪些？

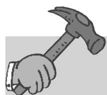
① 消除了由于电磁离合器吸合、脱开动作而引起的发动机转速的波动。

② 在某些工况下（如低速、爬坡）可防止发动机熄火。

③ 减少了空调系统制冷温度的波动。

④ 功率消耗减少，最大可减少 25%。

⑤ 大大改善低温环境中的舒适性。



2-99 压力调节式变排量压缩机的工作原理是怎样的？

压力调节式变排量压缩机是大众系列轿车采用的一种连续变容量空调压缩机，它通过改变单向工作斜盘的倾斜度（活塞的工作行程）来改变排量，调节范围为 5% ~100%。斜盘的倾斜度取决于每个活塞两侧的压力差，活塞右侧的压力受压力箱内压力的影响，压力箱内压力由调节阀和节流管道控制，压缩机的调节阀通过波纹管的伸缩具有输出稳压作用。压力调节式变排量压缩机（图 2-17）的旋转运动由输入轴传递给驱动连杆机构，

驱动连杆机构通过斜盘将旋转运动转换成5个连杆的轴向运动。滑轨保证斜盘沿轴向运动。

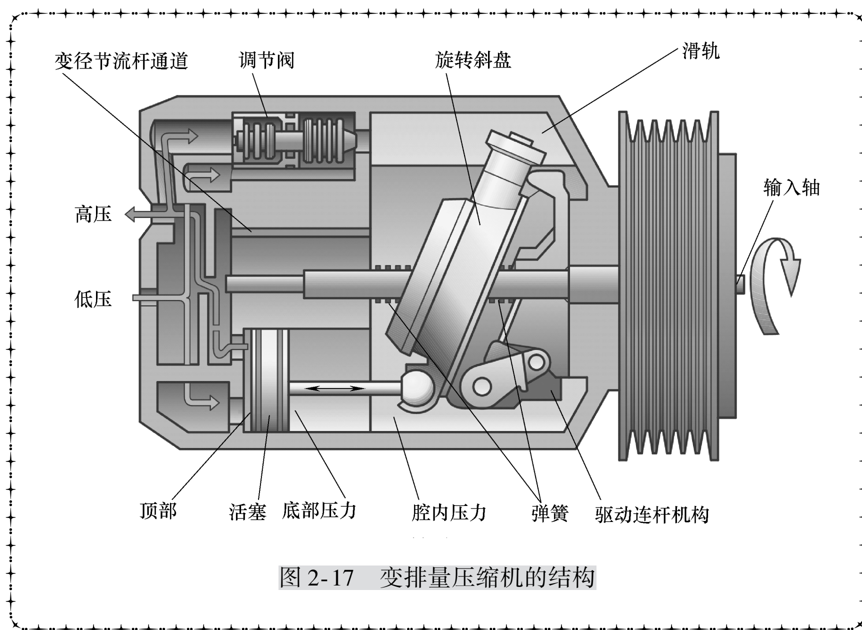
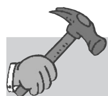


图2-17　变排量压缩机的结构

这种压缩机活塞的工作行程可以根据高、低压压力比率而改变。活塞行程的改变直接影响压缩机的压缩比率，从而调节制冷剂的输出功率，改变制冷效率。在正常工作情况下，压缩机是持续运转的，不发生离合动作。

旋转斜盘的倾斜度决定了活塞的行程。旋转斜盘的倾斜度取决于腔内压力、活塞顶部和底部的压力以及斜盘前后的弹簧力。腔内的压力取决于调节阀两侧的高低压力和节流管道的大小。



2-100　压力调节式变排量压缩机的工作过程是怎样的？

（1）**汽车空调接通**　刚接通汽车空调时，高、低压及腔内的压力是相等的，旋转斜盘前后弹簧对斜盘的调节范围为40%。此时压缩机开始的输出功率为40%，即以较小的输出功率工作，以减小对发动机的冲击负荷。

（2）**高制冷率**　高、低压管的相对压力较高时，调节阀打开，从节流管流入的高压经调节阀流回低压端，腔内的压力下降。活塞顶部的压力与弹簧1压力的和大于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧2压力的和，旋转斜盘的倾斜角度增大，活塞的行程增大，输出功率提高，如图2-18所示。

（3）**低制冷率**　高、低压管的相对压力较低时，调节阀关闭，从节流管流入的高压无法经调节阀流回低压端，腔内的压力上升。活塞顶部的压力与弹簧1压力的和小于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧2压力的和，旋转斜盘的倾斜角度减小，活塞的行程减小，输出功率降低，如图2-19所示。

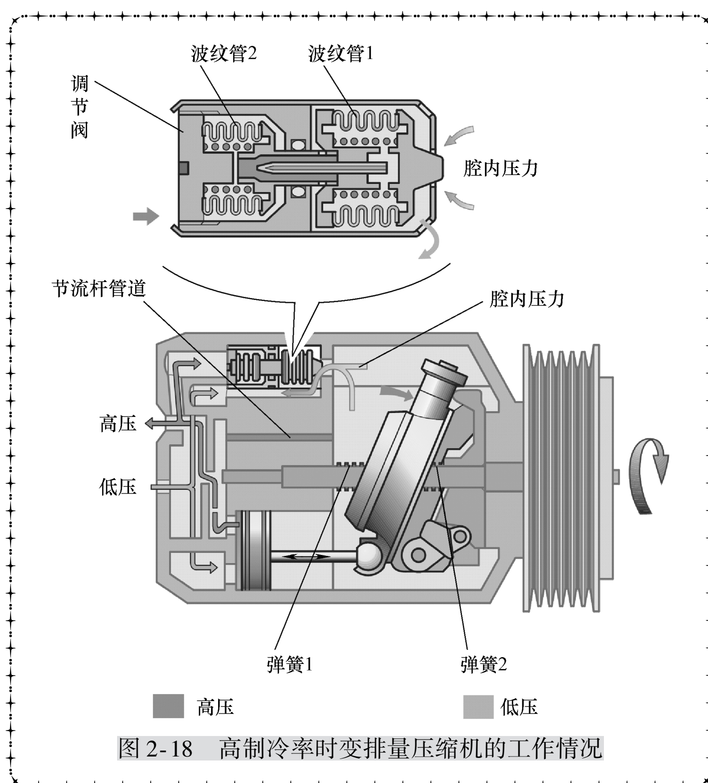


图 2-18　高制冷率时变排量压缩机的工作情况

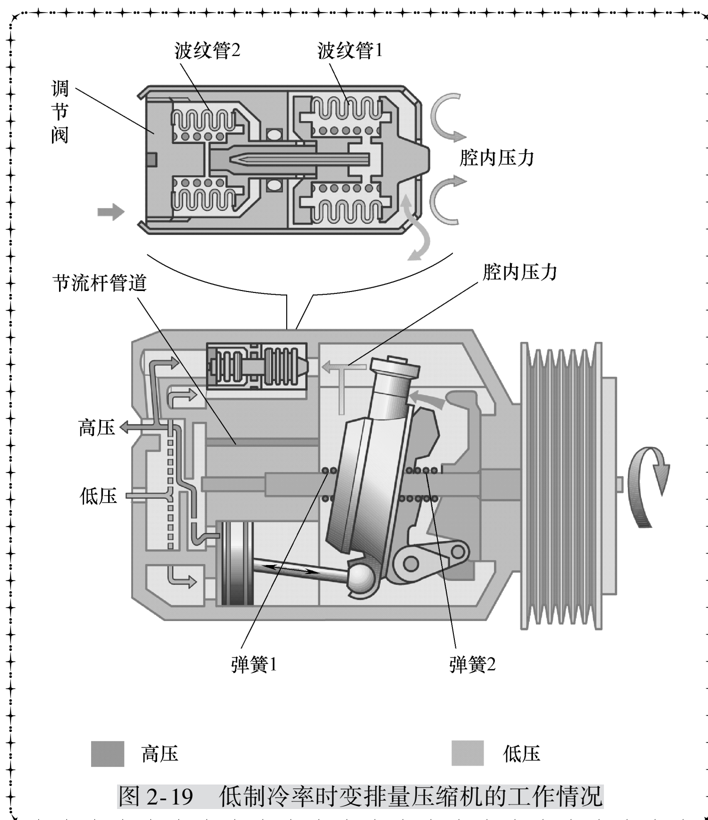
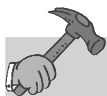


图 2-19　低制冷率时变排量压缩机的工作情况





2-101　变排量旋叶式压缩机的结构和工作原理是怎样的？

图 2-20 所示为一种双叶片旋叶式压缩机，**它可根据发动机转速的高低，自动调节制冷量。这种压缩机的工作原理是**，在气缸的吸气孔处，有一变排量槽，当叶片刮过吸气孔时，进气过程本来应该结束，但由于气缸开有变排量槽，因此在气流惯性的作用下，继续通过变排量槽进行充气，这样可以提高充气效率，又不影响下一气缸的进气过程。变排量槽和叶片构成一个缺口，通过该缺口槽进入气缸的气体流量正比于缺口截面积和流入时间的乘积，即**流量 = *K* × 面积 × 时间 × 叶片厚度**，式中 *K* 为比例系数。低转速时，叶片刮过变排量槽的时间长，充气量增大，制冷量大；高转速时，叶片刮过变排量槽的时间短，气缸充气量相对减少，制冷量减少，功耗降低。在相同制冷量条件下，气缸容积可以减小 30%，而质量降低 20%。从整体来看，变排量旋叶式压缩机不但能进行制冷量自动调节，还可减少功耗，这也是其得到广泛应用的原因。

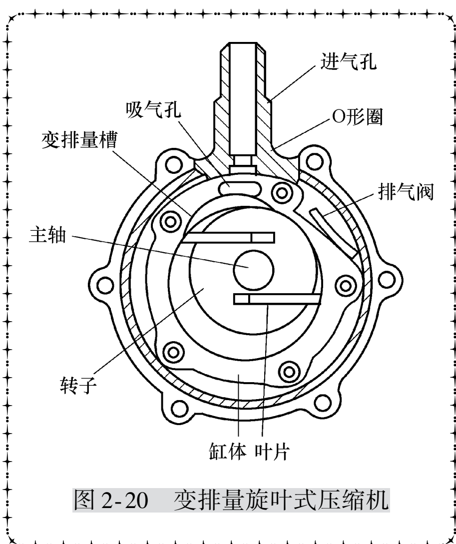
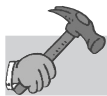


图 2-20　变排量旋叶式压缩机



2-102　汽车空调压缩机常见故障有哪些？ 如何进行检修？

汽车空调系统的大多数运动件都在压缩机上，因此压缩机的检修量最大。**一般压缩机常见的故障有卡住、泄漏、压缩机运转不良和异响过大四种**。

（1）卡住　卡住是压缩机卡住时不能转动。**卡住的原因通常是润滑不良或者没有润滑**。如果发现冷冻机油因制冷剂的泄漏而泄漏，或者蒸发器的溢油管、POA 阀的溢油阀、CCOT 系统的油气分离器（积累器）的油孔堵塞，都会使压缩机因得不到足够的冷冻机油而卡住。

如果发现离合器或传动带打滑，在排除不是离合器和传动带的故障后，一般都是由压缩机卡住所致。这时应立即关闭 A/C 开关，检查系统是否泄漏，如果系统泄漏而带跑冷冻机油，则应进行检漏；如系统不泄漏，则是油路问题，检查溢油阀与蒸发器压力控制装置是否堵塞。如果堵塞，将系统中的制冷剂放掉或回收，更换溢油器，并清洗其他各阀，重新装回系统。如果压缩机卡住很牢，根本不能转动，可能是活塞在气缸内咬死，这种情况压缩机已无修理价值，一般作报废处理。

（2）泄漏　泄漏也是压缩机常见的故障。**压缩机泄漏有漏油和漏气两种情况**，泄漏轻微，只泄漏制冷剂，严重时，既泄漏制冷剂又泄漏冷冻机油。在轴封处也有很微量的泄漏，如果每年的泄漏量小于 14.2g，不影响制冷系统的性能，认为是正常情况；若泄漏量超过 14.2g，就必须进行检修，更换密封件。如果压缩机的缸体上出现裂纹产生泄漏，则应更换压缩机。

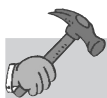
（3）压缩机运转不良　压缩机出现运转不良，可用歧管压力计检测压缩机的吸气压力

和排气压力，如果两者压力几乎相同，用手触摸压缩机，发现其温度异常高，其原因是压缩机缸垫窜气，从排气阀出来的高压气通过气缸垫的缺口窜回到吸气室，再次压缩，产生温度更高的蒸气，这样来回循环，会把冷冻机油烧焦，造成压缩机报废。如果进、排气弹簧片破坏或者变软，也将造成压缩机不能压缩制冷剂或压缩不良，这种故障只是吸气压力和排气压力相同或相差不大，而压缩机不会发热。

（4）异响　**空调系统的异响主要来源于压缩机和蒸发器风扇**，但异响如果是压缩机发出的，异响的主要原因如下：

1）尖叫声主要由离合器结合时打滑发出；或者由于传动带过松或磨损引起。

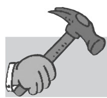
2）压缩机的振动以及轴的振动也是异响的来源之一。检查其支撑是否断裂，紧固螺栓是否松动。引起压缩机振动的原因还有传动带张力过紧或传动带轮轴线不平行。压缩机的轴承磨损过大，会引起轴的振动。传动带轮轴承润滑不良，也会引起异响。



2-103　如何就车诊断空调压缩机性能的好坏？

压缩机发生故障时，虽然大多数都能修复，但由于压缩机零配件不多，而且装配精度要求高，需要专用装配工具和夹具。所以许多汽车修理厂以检测判断故障为主，只对压缩机轴封泄漏和异响进行维修。

起动发动机，保持转速为1250～1500r/min，把歧管压力计接入制冷系统中，打开空调开关，风扇开到最大位置，**触摸压缩机的进气口和排气口，正常情况应是进气口凉、排气口烫，二者之间的温差较大**。如果两者温差小，再看歧管压力计，表上显示高低压相差不大，则说明压缩机的工作不良，应拆下修理；如果压缩机较热，再看歧管压力计，表上显示低压侧压力太高，高压侧压力太低，则说明压缩机内部密封不良，应更换压缩机；如果制冷系统的高、低压都过低，则说明系统内部的制冷剂过少，应进行检漏，如果是压缩机出现泄漏，则应更换或修理。压缩机正常运转，发出清脆均匀的阀片跳动声，如果出现异响，判断异响的来源，进行修理。



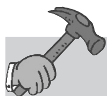
2-104　汽车空调冷凝器的作用是怎样的？

冷凝器的作用是对压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气散热、降温，使其凝结为液态高压制冷剂。气体状态的制冷剂在冷凝器中得到液化或冷凝，制冷剂进入冷凝器时几乎为100%的蒸气，而当其离开冷凝器时并非为100%的液体，因为仅有一定量的热能在给定时间内由冷凝器排出。因此，少量的制冷剂以气态方式离开冷凝器，但由于下一步是储液干燥器，故制冷剂的这一状态并不影响系统的运行。与发动机的散热器相比较，冷凝器承受的压力要高。安装冷凝器时，注意从压缩机排出的制冷剂必须由冷凝器的上端入口进入，其出口必须在下方，否则会引起制冷系统压力升高，导致冷凝器胀裂。

多数情况下，由于车祸等原因损坏的冷凝器是不能修理的，需换新品。但是出现冷凝效率降低、散热器温度升高的故障必须及时排除。由于制冷剂泄漏、发动机机油冷却器泄漏、液力传动工作液冷却器泄漏等，会使尘埃、沙子、小昆虫等附着在翅片间，日积月累，愈积愈多形成积垢，使气流不能顺利通过冷凝器，导致冷凝效率下降。因此，要对冷凝器及时维



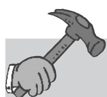
护，用刷子沾上溶液，清理掉翅片间的污垢。



2-105　冷凝器中制冷剂的放热过程是怎样的？

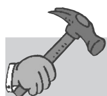
冷凝器中制冷剂的放热过程有三个阶段，即降低过热、冷凝、过冷。

进入冷凝器的制冷剂是高压过热气体，首先是降温至冷凝压力下的饱和温度，制冷剂仍为气态。然后，在冷凝压力下，因放出热量而逐渐冷凝成液体，此过程温度保持不变。最后，继续放出热量，液态制冷剂温度下降，成为过冷液体。



2-106　汽车空调冷凝器是如何实现热交换的？

汽车空调冷凝器属于风冷式冷凝器，它一般布置在车头部的散热器前面，冷凝温度较高，所以必须保证较好的通风效果以增强冷凝器的散热能力。**汽车空调除了有正常行驶时的迎面风冷却以外，一般还配备有电子风扇，同时还应使冷凝器本身的结构和材料有助于其散热。**



2-107　管片式冷凝器的结构和工作过程是怎样的？

管片式冷凝器由安装在一系列薄散热片上的制冷剂螺旋管组成，如图 2-21 所示。在发动机室有限的空间内，这种设计结构可以提供最大的散热面积。冷凝器接收来自压缩机的高温高压制冷剂蒸气，蒸气制冷剂从冷凝器顶部流入并流过螺旋管。热制冷剂蒸气中的热量经散热片向大气中散发热量。当制冷剂蒸气冷却并经过冷凝器向下流动时，就会达到发生冷凝的温度，气态制冷剂即变为液态制冷剂。在冷疑点时，制冷剂释放出更多的热量。冷凝器底部的制冷剂是温的高压液体。在以平均热负荷运行的汽车空调系统中，冷凝器螺旋管上部的 2/3 为热的制冷剂蒸气，而下部 1/3 部分为液态制冷剂。这种高压液态制冷剂从冷凝器排出并向前流入蒸发器。

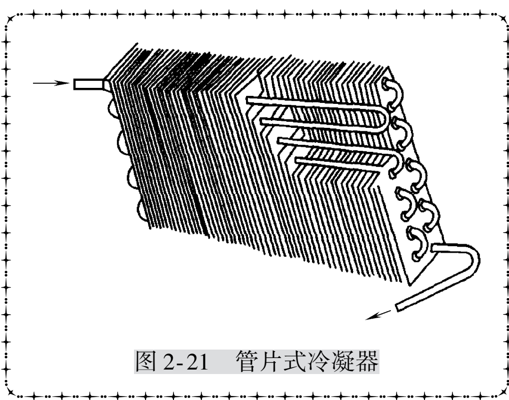
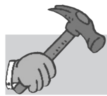


图 2-21　管片式冷凝器



2-108　鳍片式冷凝器的结构和工作过程是怎样的？

一般换热器的管子和散热片是两个独立构件，需用镶嵌、胀管、焊接等办法将它们连接在一起。若两者接触面贴合不紧，不仅影响传热效果，而且整体强度和耐振性能也要降低，为此，出现了鳍片式结构。**这种结构是在特殊形状铝型材的散热管表面直接铣削出鳍片状散热片**（图 2-22）**然后再弯曲成蛇形管，故称为鳍片式冷凝器。**这种形式由于片、管是一体，抗振性特别好，同管带式相比，散热性能可提高 5%，省材 25%，管片之间无需焊接，可在常温下加工，所需加工的能耗少，所以它曾一度被认为是最先进的车用冷凝器。但由于需要专用的铣削设备，弯管也需专用夹具，故一时还难以大量推广。我国标致轿车的空调冷凝器

即采用这种结构。

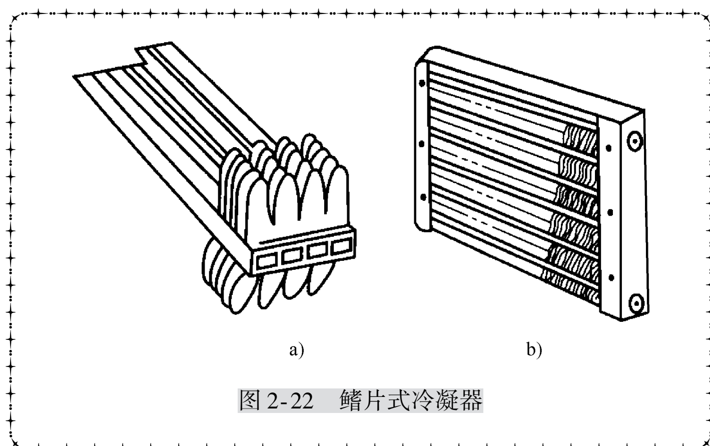
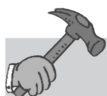


图 2-22　鳍片式冷凝器



2-109　管带式和平行流式冷凝器的结构各是怎样的？

管带式冷凝器如图 2-23a 所示，其一般是将小扁管弯成蛇管形，其中放置三角形的翅片或其他类型的散热片。这种冷凝器的传热效率比管片式冷凝器提高 15% ~20%。

平行流式冷凝器也是一种管带式结构，如图 2-23b 所示，其由圆筒集管、铝制内肋管、波形散热翅片以及连接管组成，是专为 R-134a 提供的新型冷凝器。

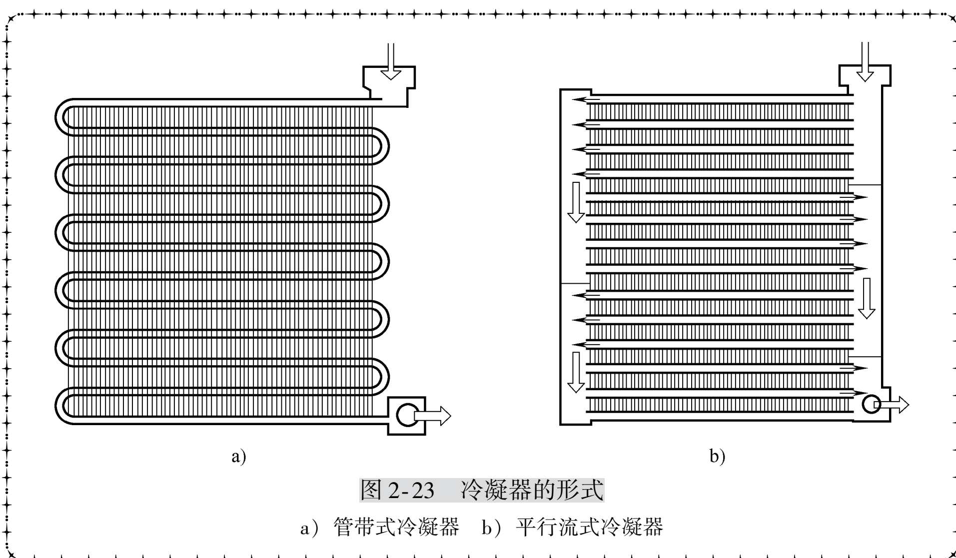
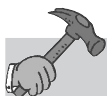


图 2-23　冷凝器的形式

a）管带式冷凝器　b）平行流式冷凝器

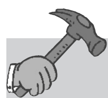


2-110　管带式和平行流式冷凝器的区别是什么？

由图 2-23 可见，平行流式冷凝器与管带式冷凝器的最大区别是：**管带式只有一条扁管**

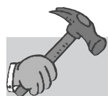
自始至终地呈蛇形弯曲，制冷剂只在这一条通道中流动而进行热交换。由于其流程长，管带式的管道压力损失大。又由于进入冷凝器时制冷剂是气态，比体积大，需要的通径大；出冷凝器时已完全变成液态，比体积小，只需要较小的通径。同时普通管带式结构的管径从头至尾是相同的，这对充分进行热交换是不利的，管道内空间未被充分利用；而且增加了排气压力及压缩机功耗。而平行流式冷凝器则是在两条集流管间用多条扁管相连，并将几条扁管隔成一组，在进入处管道多，然后逐渐减少每组管道数，实现了冷凝器内制冷剂温度及流量分配均匀，提高了换热效率，降低了制冷剂在冷凝中的压力损耗，这样就可减少压缩机功耗。由于管道内换热面积得到充分利用，对于同样的迎风面积，平行流冷凝器的换热量得到了提高。

平行流式冷凝器的散热性能较管带式冷凝器提高了 30% ~40%，通路阻力降低了 25% ~33%，内容积减少了约 20%，大幅度地提高了它的热交换性能。



2-111　冷凝器是如何实现冷却的？

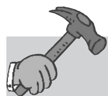
冷凝器安装在压缩机出口与储液干燥器入口之间。**轿车的冷凝器一般装在发动机散热器的前边，利用发动机冷却风扇吸入的新鲜空气和汽车行驶时产生的通风进行冷却。**在有的大型客车上，把冷凝器装在车厢两侧或车厢后侧和车厢顶部。冷凝器远离发动机时，在冷凝器旁都装有辅助散热风扇强制冷却。



2-112　冷凝器安装时应该注意什么？

① 连接冷凝器管接头时，要区分哪里是进口，哪里是出口。**进口位置应该处于上方，出口位置在下方。**因为液态制冷剂会在重力作用下自然流到底部，从出口管流出而进入储液干燥器。反之，冷凝器内会积满制冷剂，这会使冷凝器的传热性能下降，同时会引起系统压力升高，从而导致冷凝器胀裂的严重故障。

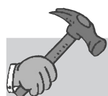
② 在未安装管接头时，不要长时间打开连接管口的保护盖，以免潮气进入。



2-113　如何进行冷凝器的检查？

如果是冷凝器进、出口处出现泄漏，可能是密封圈老化引起的，需要紧固或换密封圈；如果是冷凝器本身泄漏，则应拆下进行修理。检查冷凝器的外观，看冷凝器外表面有无污垢、残渣翅片是否倒伏，如果有则会造成冷凝器散热不良。

用歧管压力计检查冷凝器内部是否脏堵，如果发现压缩机高压过高，不能正常制冷，冷凝器导管外部有结霜或下部不烫的现象，则说明导管内脏堵或因外部压瘪而堵塞。



2-114　蒸发器的结构是怎样的？

蒸发器和冷凝器一样，也是一种热交换器，也称冷却器，是制冷循环中获得冷气的直接器件。其外形近似冷凝器，但比冷凝器窄、小、厚。**蒸发器安装在驾驶室仪表台的后面，其**

结构如图2-24所示，主要由管子和散热片组成，在蒸发器的下方还有接水盘和排水管。

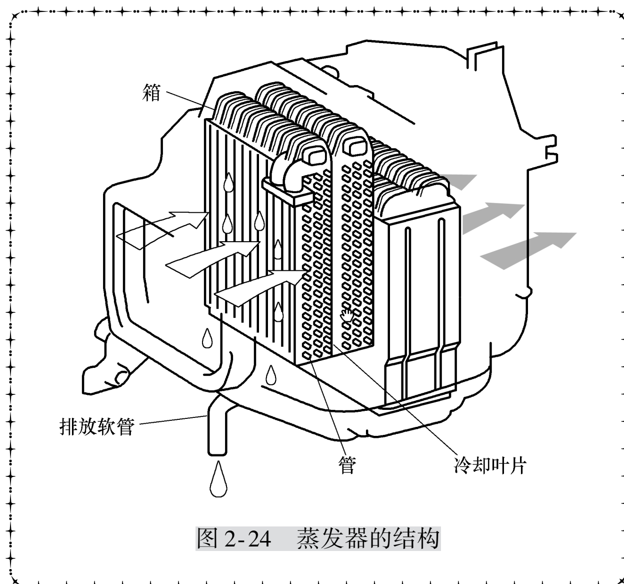
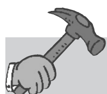
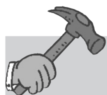


图2-24　蒸发器的结构



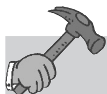
2-115　蒸发器的作用是怎样的？

蒸发器的作用与冷凝器的作用相反。制冷系统工作时，高压液态制冷剂通过膨胀阀膨胀而压力降低，变成湿蒸气进入蒸发器芯管，吸收散热片及周围空气的热量。蒸发器通常装在仪表板后的风箱内，依靠鼓风机使车外空气或车内空气流经蒸发器，以便冷却与除湿。大型乘用车配置两个蒸发器，一个装在车前部，另一个装在车后部。



2-116　为什么说汽车空调不仅对车厢起降温作用，同时还能起除湿作用？

在蒸发器工作时，由于大气中相对湿度降低，空气中多余的水分会逐渐凝结成水珠，汇集在一起通过排水管道排向车外。另外，为了节能，应使鼓风机的空气来源于车厢内已经经过蒸发器冷却过的低温空气，冷却后再次送入车厢（即空调系统工作时，采用内循环模式），如此反复进行循环。由此可见，汽车空调不仅对车厢起降温作用，同时还能起除湿作用。



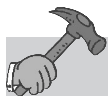
2-117　汽车空调系统对蒸发器的要求有哪些？

由于车内安放蒸发器（指直接产生冷风或暖风的组件）的空间位置有限，要求蒸发器具有制冷效率高、尺寸小、质量轻等特点。

由于空调蒸发器要求尺寸紧凑，它的管片距离也就比一般空调小（即管片排列比较密），结露后容易形成“水桥”而影响热交换，因而防结露或防止形成“水桥”的问题在车



用空调蒸发器中更显得重要。



2-118　蒸发器有几种结构类型？ 各有什么特点？

蒸发器有管片式、管带式和层叠式 3 种结构。

（1）管片式蒸发器　它由铜质或铝质圆管或扁管套上的铝翅片组成，经胀管工艺使铝翅片与圆管紧密接触。其结构简单、加工方便，但其传热效率较差。

（2）管带式蒸发器　管带式蒸发器由多孔扁管与蛇形散热铝带焊接而成，工艺比管片式复杂，需采用双面复合铝材及多孔扁管材料。该种蒸发器传热效率可比管片式提高 10%左右。管片式蒸发器与管带式蒸发器的结构如图 2-25 所示。

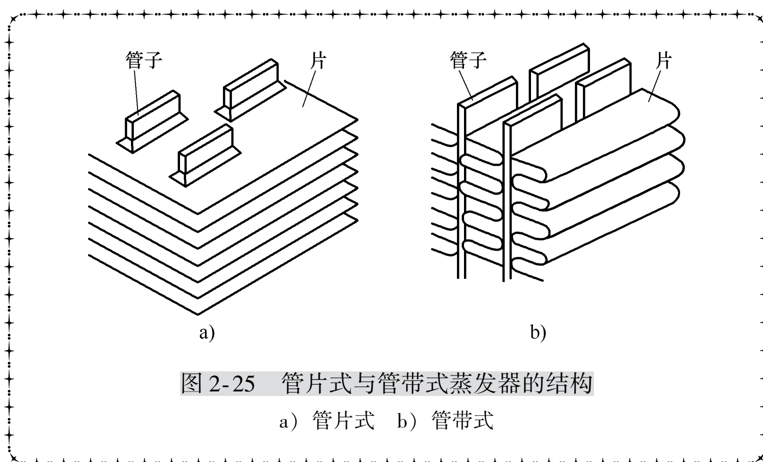


图 2-25　管片式与管带式蒸发器的结构

a）管片式　b）管带式

（3）层叠式蒸发器　如图 2-26 所示，层叠式蒸发器由两片冲成复杂形状的铝板叠在一起组成制冷剂通道，每两片通道之间夹有蛇形散热铝带。这种蒸发器也需要双面复合铝材，且焊接要求高，因此加工难度最大，但其换热效率最高，结构也最紧凑。采用制冷剂 R134a 的汽车空调就采用这种层叠式蒸发器。

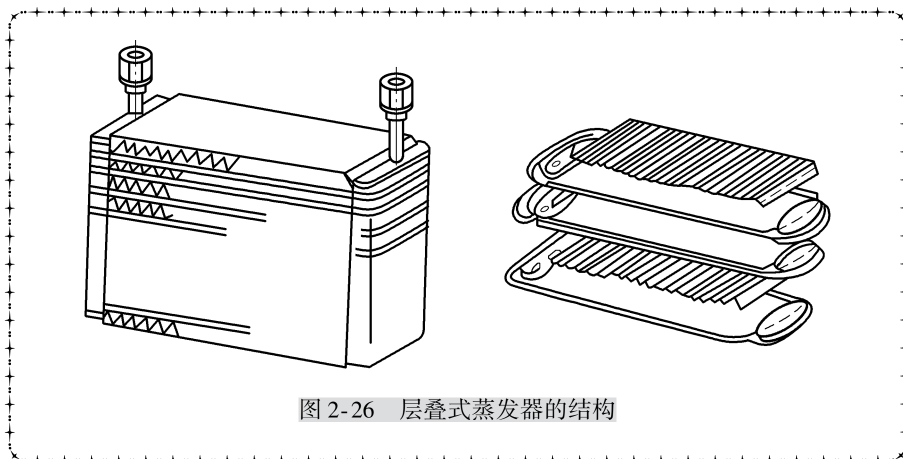
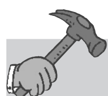


图 2-26　层叠式蒸发器的结构



2-119 不同类型的层叠式蒸发器结构各有什么特点？

层叠式蒸发器结构经历了由双储液室向单储液室的变化。图2-27所示为以前的双储液室蒸发器和新型的单储液室蒸发器结构的比较。**组成单储液室蒸发器的零件主要由形成制冷剂通道的铝板、板外侧的波纹状散热器、支撑整个板叠层的两端板以及出口处的衬垫等组成。**单储液室蒸发器由于把具有分流、集合制冷剂功能的储液室集中在热交换器的下部，即仅集中在单侧，可使热交换器正面面积当中进行热交换的有效部分的比例增加。

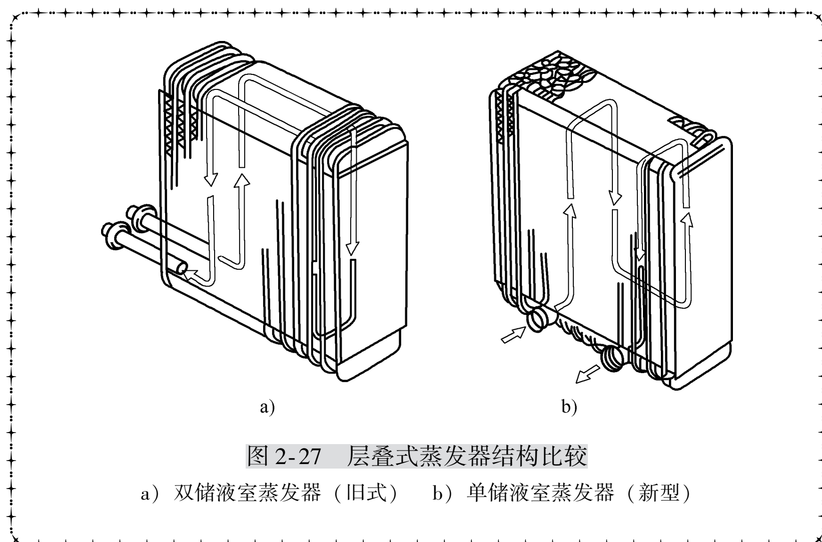
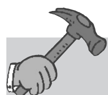


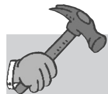
图2-27　层叠式蒸发器结构比较

a）双储液室蒸发器（旧式）　b）单储液室蒸发器（新型）



2-120 新型单储液室蒸发器有什么优点？

新型单储液室蒸发器与旧式的双储液室型相比较，正面面积相同，**将芯子厚度减薄了18%，且在保持冷气装置能力的同时，具有空气侧压力损失下降20%，质量减轻15%，内部容积减少30%，节省制冷剂50g**左右等优点。



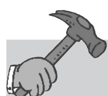
2-121 蒸发器内制冷剂的工作过程是怎样的？

在采用膨胀阀的系统（Variable Compressor With Thermostatic Expansion Valve，VDTXV）中，制冷剂在蒸发器中的工作过程分为两个阶段：

第一阶段是液态制冷剂吸热后沸腾汽化，成为饱和气体，这一阶段是潜热变化，压力、温度基本不变。

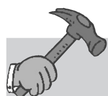
第二阶段是制冷剂继续吸热，温度升高，成为过热气体，是显热变化。制冷剂温度升高的程度就是过热度。蒸发器出口要有一定过热度的目的是为了保证压缩机吸入的一定是气态制冷剂，使压缩机内不会发生液击现象。





2-122　蒸发器出口过热度是怎样控制的？

对于采用膨胀阀的系统（VDTXV），蒸发器的过热度是由膨胀阀控制的。对于采用节流管的系统（Variable Compressor With Orifice Tube，VDOT），是靠蒸发器后面的储液干燥器来保证压缩机吸入的一定是气态制冷剂。



2-123　新一代超薄型（RS）蒸发器的结构有什么特点？

新一代超薄型（RS）蒸发器由一个箱体、管道和冷却叶片组成，如图 2-28 所示，由于管道为挤压模塑形成的微孔管道，因此不但获得了很好的热量传递性能，也实现了蒸发器的薄壁化构造（38mm）。同时，新一代超薄型（RS）蒸发器通过缩小冷却叶片高度、管道厚度和散热片间距，促进了热量传递，芯部采用薄型材料，因而实现了小型化和轻量化。此外，蒸发器上采用了清洁涂层，可以抑制因细菌繁殖而产生的异臭，并且在蒸发器表面采取了无铬处理，起到了环保的效果。

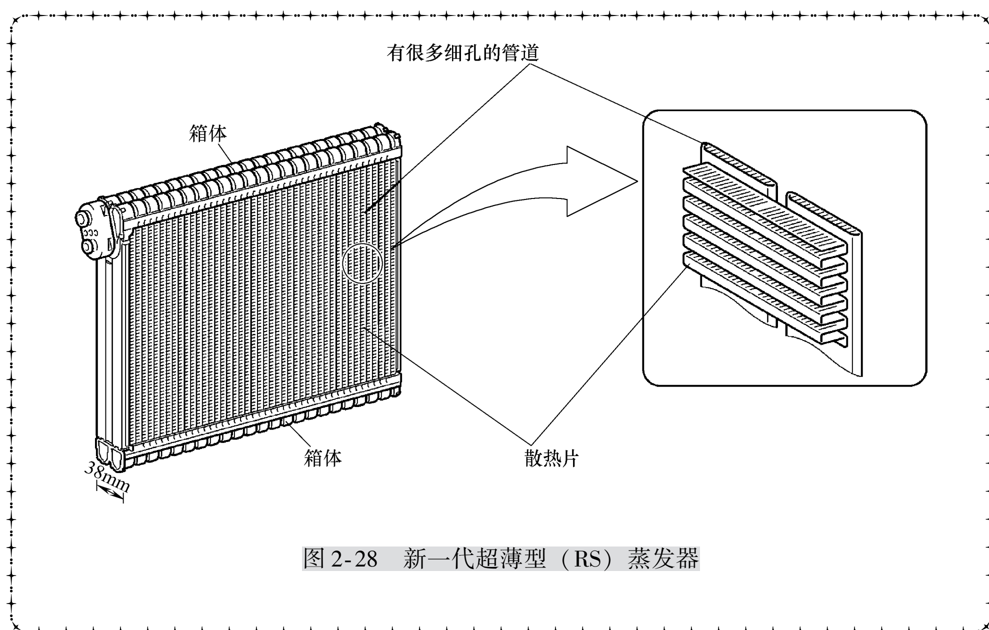
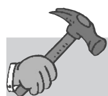
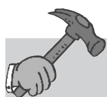


图 2-28　新一代超薄型（RS）蒸发器



2-124　膨胀阀和节流管在汽车空调系统中各有哪些应用？

膨胀阀和节流管是现代汽车空调常用的节流装置，其主要用来解除液态制冷剂的压力，使制冷剂能在蒸发器中蒸发，是系统高低压的分界点。膨胀阀多用于低中级轿车，节流管则多用于中高级轿车。

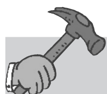


2-125 什么是空调系统工作时的“液击”现象？

液态制冷剂必须在低压状态下才容易吸热蒸发，而通过冷凝器出来的是高压状态的液体制冷剂，因而它必须通过节流元件减压后才能变成低压的容易蒸发的雾状体。

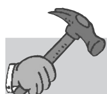
为了充分发挥蒸发器的换热面积，最理想的是在蒸发器出口处制冷剂刚好全部蒸发完毕，成为临界饱和蒸气，这样能使蒸发器的换热面积一点不浪费。但实际上这样是很危险的，因为若不在蒸发器出口至压缩机入口之间采取其他措施，稍有不慎，未蒸发完的液态制冷剂进入压缩机会发生“液击”而损坏压缩机。

“液击”就是这种过饱和气体（含有未蒸发完的液态制冷剂的气体称为过饱和气体）在压缩机中因压缩升温，成为过热蒸气的过程中，其中所含的液滴迅速蒸发膨胀，使气缸中压力骤增，活塞阻力突然加大，就像受到重击一样。



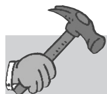
2-126 如何避免空调系统工作时的“液击”现象？

解决空调系统工作时“液击”现象的方法有两种，**一是使蒸发器出口的制冷剂有一定的过热度**。热力膨胀阀能根据出口过热度的大小，自动调节其开度，改变制冷剂流量。一般热力膨胀阀的出口过热度可控制在3～8℃。**二是保持蒸发器的最大换热能力**，在蒸发器出口与压缩机进口之间设置气液分离器。在这种方式中，节流元件采用固定阻尼的节流孔管（汽车空调中称为塑料节流管），蒸发器一般则是满液式的，这种系统称为CCOT系统。



2-127 膨胀阀和节流管系统在结构上有什么异同？

膨胀阀是一类可以调节制冷剂流量的节流设备；节流管则是固定流量的节流器件。无论是膨胀阀还是节流管，它们都必须安装在蒸发器的进口前。采用膨胀阀的制冷系统，需要在冷凝器出口和膨胀阀之间配置储液干燥器；采用节流管的制冷系统，则在蒸发器出口和压缩机进口之间配置集液器。



2-128 膨胀阀安装在空调系统中的什么位置？

膨胀阀又称为节流阀，汽车空调系统使用的膨胀阀为温度控制式膨胀阀，故又称为热力膨胀阀。**热力膨胀阀是空调系统的重要制冷部件之一，安装在蒸发器入口处，**图2-29所示为桑塔纳2000系列轿车空调系统膨胀阀、蒸发器、鼓风机和暖风加热器芯的安装位置。

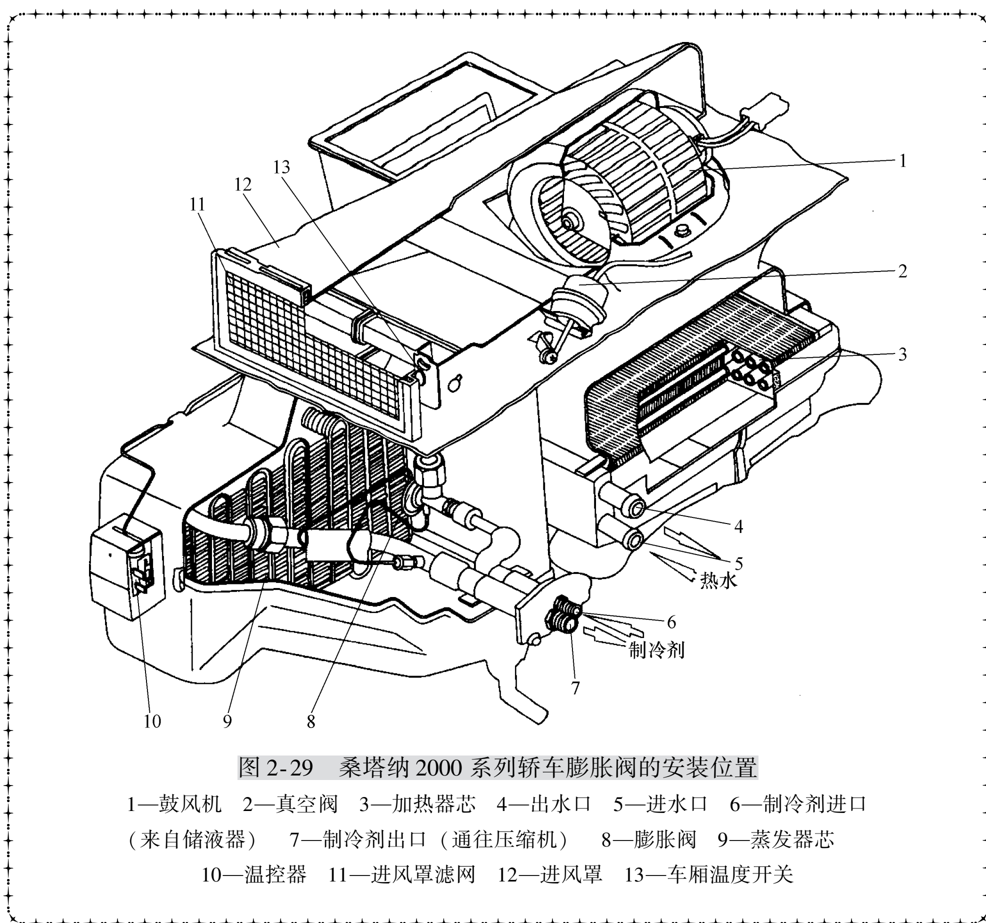
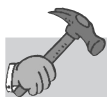


图 2-29　桑塔纳 2000 系列轿车膨胀阀的安装位置

1—鼓风机　2—真空阀　3—加热器芯　4—出水口　5—进水口　6—制冷剂进口（来自储液器）　7—制冷剂出口（通往压缩机）　8—膨胀阀　9—蒸发器芯　10—温控器　11—进风罩滤网　12—进风罩　13—车厢温度开关



2-129　热力膨胀阀的作用是怎样的？

热力膨胀阀是一种膨胀节流装置，它是制冷系统中自动调节制冷剂流量的元件，广泛应用于各种空调制冷系统中。热力膨胀阀工作特性的好坏，直接影响整个制冷系统能否正常工作。热力膨胀阀以蒸发器出口的过热度为信号，自动调节制冷系统的制冷剂流量。热力膨胀阀一般有三个作用。

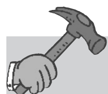
（1）**节流降压**　使从冷凝器来的高温、高压液态制冷剂节流降压成为容易蒸发的低温、低压雾状制冷剂进入蒸发器，将制冷剂分成高压侧和低压侧，但工质的液体状态没有改变。

（2）**自动调节制冷剂流量**　由于制冷负荷的改变以及压缩机转速的改变，要求对流量进行相应调节，以保持车内温度稳定。膨胀阀能自动调节进入蒸发器的流量，以满足制冷循环要求。

（3）**控制制冷剂流量，防止液击和异常过热发生**　膨胀阀以感温包作为感温元件控制流量大小，保证蒸发器尾部有一定量的过热度，从而保证蒸发器容积的有效利用，避免液态制冷剂进入压缩机而造成液击现象，同时又能控制过热度在一定范围内。

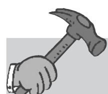
大多数汽车空调制冷系统在运行过程中，其冷负荷是变化的。如系统刚开始降温时，车

内的温度较高，这时就要求蒸发器的制冷剂流量增大，而当车内温度较低时，冷负荷减少了，这时要求蒸发器的制冷剂流量减小。因此，热力膨胀阀的作用就是根据系统冷负荷需要调节制冷剂流量，使制冷系统能正常地工作。



2-130 汽车空调制冷系统常用的热力膨胀阀有哪几种类型？

汽车空调制冷系统常用的热力膨胀阀有内平衡式膨胀阀、外平衡式膨胀阀和H形膨胀阀三种。H形膨胀阀结构紧凑、工作可靠，因此现代汽车（如桑塔纳2000、切诺基、富康等轿车）普遍采用。



2-131 内平衡式膨胀阀的结构和工作原理是怎样的？

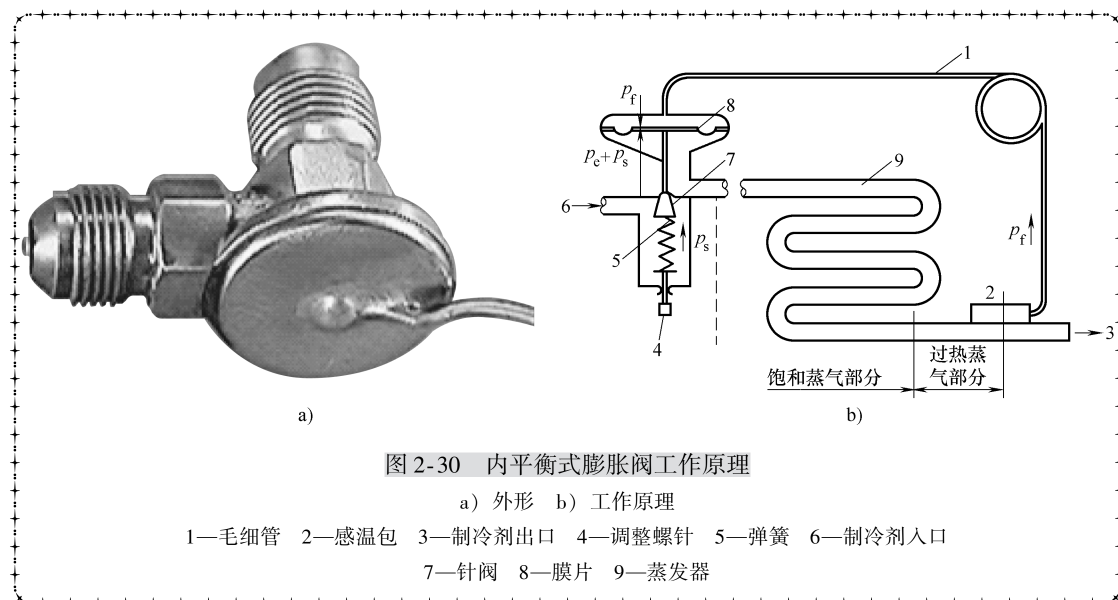


图2-30 内平衡式膨胀阀工作原理

a）外形 b）工作原理

1—毛细管 2—感温包 3—制冷剂出口 4—调整螺针 5—弹簧 6—制冷剂入口 7—针阀 8—膜片 9—蒸发器

图2-30所示是内平衡热力膨胀阀的外形和工作原理图。图中2是感温包，内装惰性液体或制冷剂液体，当蒸发器出口温度较高时，感温包内液体温度随之上升，从而压力也增高。高压作用在膜片上侧，当数值大于蒸发器进入压力和过热弹簧压力总和时，针阀7离开阀座，阀门开启，制冷剂流入蒸发器。针阀7开启后，较多的制冷剂进入蒸发器，蒸发器内压力上升，回气温度降低，膜片下侧压力增加，上侧压力降低，阀门关闭。由于膜片上、下侧压力经常处于不平衡状态，所以阀门不断地开启、闭合。

具体受力分析如下，膨胀阀膜片承受三个力的作用：

向下的力：P_f —感温包内制冷剂气体对膜片的压力。

向上的力：P_e —蒸发器进口处制冷剂压力（通过内平衡孔连通）。

P_s —弹簧的弹力。

其工作原理是：

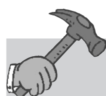


当 $P_f = P_e + P_s$ 时，膜片不动，阀处于某一开度，制冷剂保持一定流量。

当 $P_f > P_e + P_s$ 时，即若制冷装置负载增大（例如车厢内温度升高），制冷剂提前全部蒸发，过热度增大，蒸发器出口处气态制冷剂的温度升高，使感温包内压力 P_f 增大，使 $P_f > P_e + P_s$，这时膜片通过推杆将阀针朝下推，使阀的开度增大，进入蒸发器的制冷剂流量增加，制冷量亦增加。

当 $P_f < P_e + P_s$ 时，反之亦然。

如此调节，使制冷量与制冷负载相匹配。



2-132　外平衡式膨胀阀的结构和工作原理是怎样的？

制冷剂在蒸发器内部管道流过时，由于有流动阻力存在，在蒸发器出口处会产生压力下降，其内部管道越长则压力下降就越大。**对内平衡式来讲，为了打开阀门，就要有更大的过热度，而要增大过热度，就必须减少制冷剂的流量，这样就使制冷量下降，**故内平衡式只适用于对制冷量要求不大的轿车及货车驾驶室空调，而对大客车空调则要用外平衡式，如图 2-31 所示。

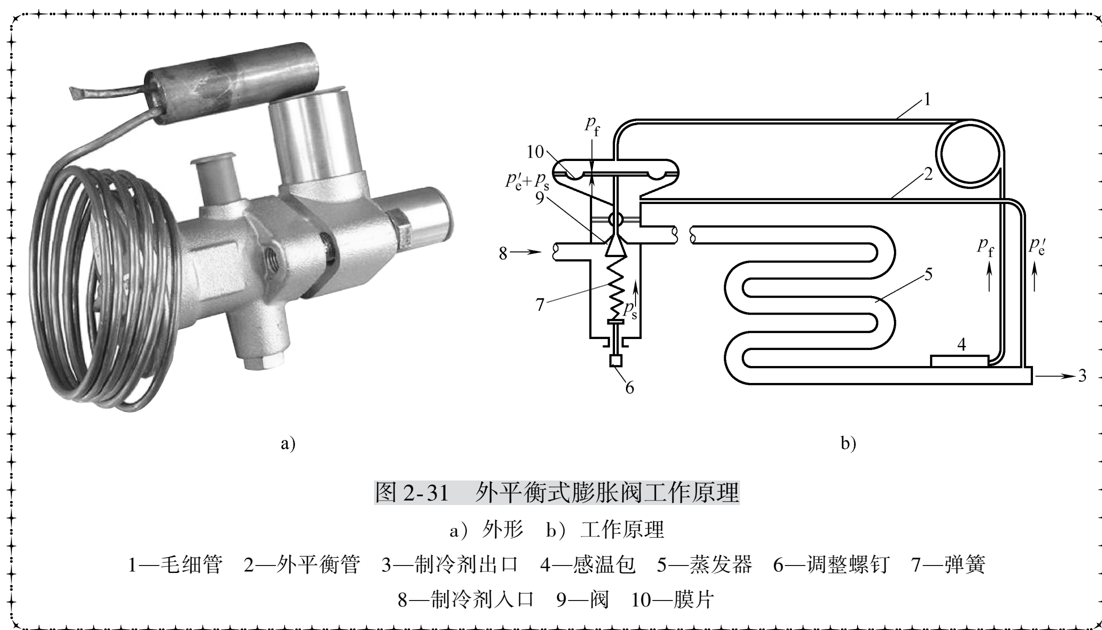


图 2-31　外平衡式膨胀阀工作原理

a）外形　b）工作原理

1—毛细管　2—外平衡管　3—制冷剂出口　4—感温包　5—蒸发器　6—调整螺钉　7—弹簧　8—制冷剂入口　9—阀　10—膜片

在内平衡式的基础上，堵住内平衡孔，在膜片下方至蒸发器出口处加一外平衡管，即变成了外平衡式膨胀阀。此时 P_e 变成了 P_e'——蒸发器出口处的压力。显然 $P_e' < P_e$，即要达到同样的阀开度，外平衡式所需的过热度小一些，故蒸发器的容积效率可以提高。



2-133　H 形膨胀阀的结构是怎样的？

H 形膨胀阀的结构如图 2-32 所示，**主要由膜片、感温元件、球阀和调节弹簧组成**。因

为其内部结构与字母“H”相似，所以称为H形膨胀阀，又称为整体式膨胀阀。H形膨胀阀是把感温包缩到阀体内的回气管路上，从而提高了阀的工作灵敏度。但这种结构加工难度较大，膜片中心开孔也会影响膜片的开阀特性。

在H形膨胀阀上，设有低压与高压两个通道和四个管路接头，分别与制冷系统的低压管路和高压管路连接。在图2-32所示结构示意图中，上面一个通道为低压通道，下面一个通道为高压通道。低压通道的入口接头经制冷管路与蒸发器出口连接、出口接头经制冷管路与空调压缩机入口连接；高压通道的入口接头经制冷管路与储液干燥器连接、出口接头经制冷管路与蒸发器入口连接。温度传感器装在制冷剂从蒸发器至压缩机的气流中。制冷剂温度变化，传感器膨胀或收缩，直接推动阀门（钢球和过热弹簧）。H形膨胀阀的结构保证了低压侧压力直接作用于膜片下侧。任何形式的膨胀阀作用，都是向蒸发器供应能在其内部完全蒸发的足够的制冷剂，蒸发器的温度它并不负责控制。

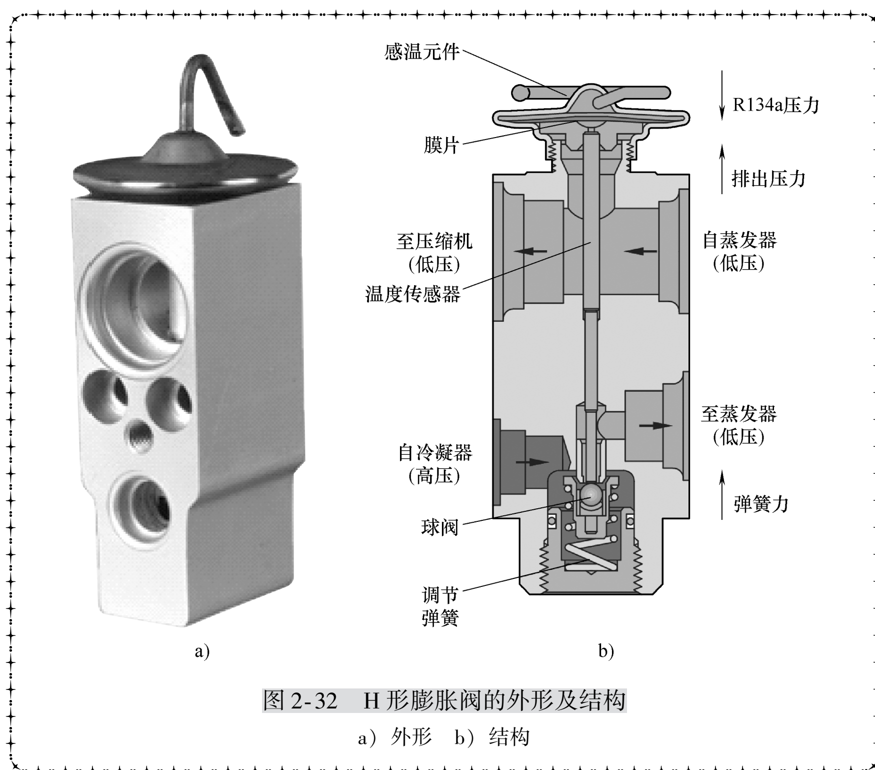
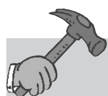


图2-32 H形膨胀阀的外形及结构

a）外形 b）结构



2-134 H形膨胀阀的控制过程是怎样的？

在H形膨胀阀的高压液体进口和出口之间，设有一个由球阀组成的节流阀，工作原理如图2-33所示，节流阀开度的大小由感温元件和调节弹簧控制。感温元件内部充注有制冷剂，安放在低压通道上直接感受蒸发器出口蒸气的温度。转动调节螺栓即可调节弹簧的预紧力，从而便可调节节流阀的开度和流入蒸发器的制冷剂流量来调节车



内空气的温度。

当蒸发器出口蒸气温度升高时，感温元件内部制冷剂吸热，膨胀压力升高，迫使球阀压缩预紧弹簧使节流阀开度增大，进入蒸发器的制冷剂流量增大，蒸发器制冷量增大，车内空气温度降低。反之，当蒸发器出口蒸气温度降低时，节流阀开度减小，制冷剂流量减小，蒸发器制冷量减少，车内空气温度将升高。

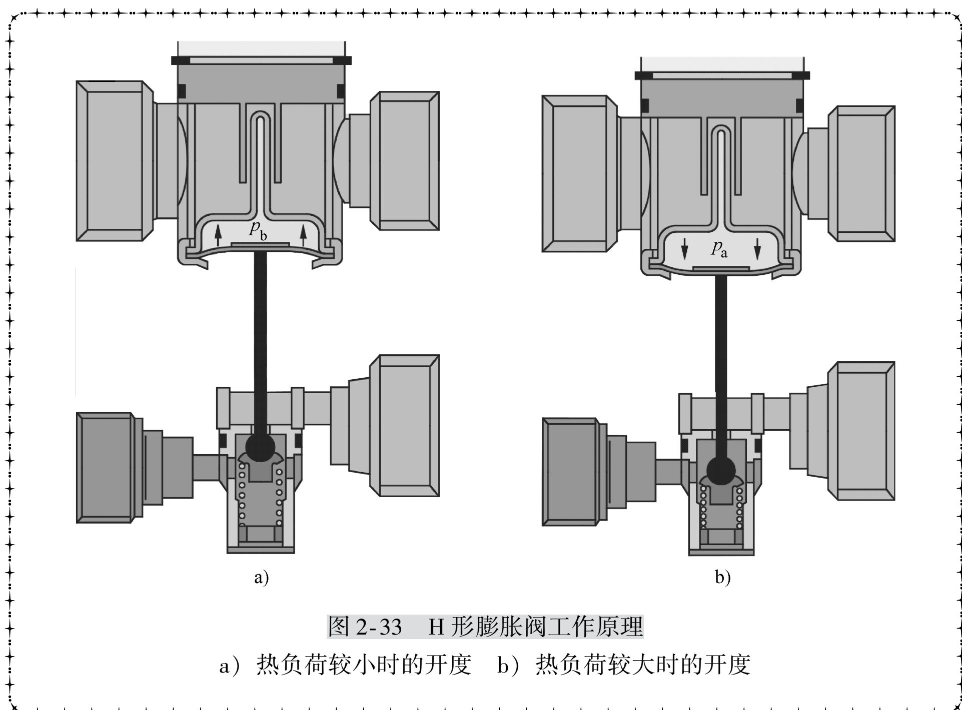
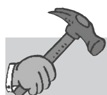


图 2-33　H 形膨胀阀工作原理
a）热负荷较小时的开度　b）热负荷较大时的开度



2-135　H 形膨胀阀具有哪些优点？

H 形膨胀阀安装在蒸发器的进出管之间，阀上端直接暴露在蒸发器出口介质中，**感应温度不受环境温度影响，也不需要通过毛细管而造成时间滞后**。由于该膨胀阀无感温包、毛细管和外平衡接管，可免除因汽车颠簸、振动而使充注系统断裂外漏以及感温包包扎松动而影响膨胀阀的正常工作，提高了膨胀阀的抗振性能。有的带低压保护开关和恒温器，称为组合式 H 形膨胀阀，如图 2-34所示。

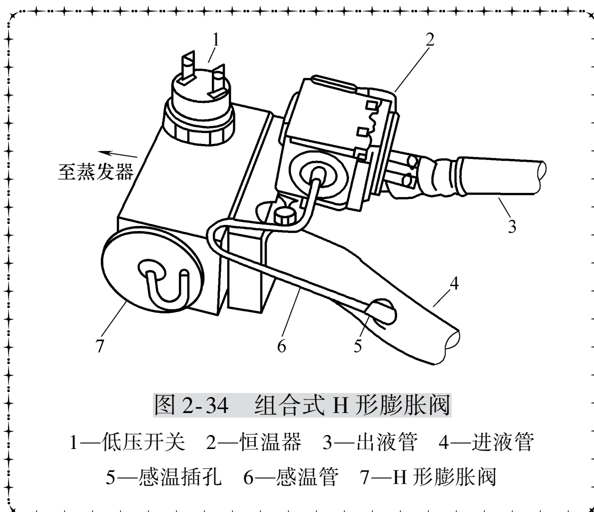
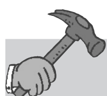
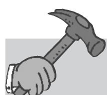


图 2-34　组合式 H 形膨胀阀
1—低压开关　2—恒温器　3—出液管　4—进液管
5—感温插孔　6—感温管　7—H 形膨胀阀



2-136 如何选配合适的膨胀阀？

膨胀阀的容量与膨胀阀入口处液体制冷剂的压力（或冷凝温度）、过冷度、出口处制冷剂的压力（或蒸发温度）及阀的开度有关。**膨胀阀容量一定要与蒸发器相匹配**，容量过大会使阀经常处于小开度下工作，阀开闭频繁，影响车内温度稳定，降低阀门寿命；容量过小，不能满足车内制冷量要求。一般情况下，膨胀阀容量应比蒸发器能力大10%～20%。



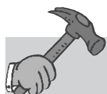
2-137 膨胀阀在安装时具有哪些要求？

① 膨胀阀一般应直立安装，不允许倒置。

② 感温包一般安装在蒸发器水平出口管的上表面，要包扎牢靠，保证感温包与管子有良好的接触。接触面要清洁、要紧贴，并用隔热防潮胶包好。必要时膨胀阀阀体也用隔热胶包好。

③ 外平衡管要装在感温包后边管段的上表面处。

④ 对于外调式膨胀阀，必须在发动机正常运转情况下进行调整，并由熟练的空调技术人员调好。



2-138 怎样调整膨胀阀的开度和流量？

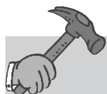
膨胀阀开度过大或过小都将影响制冷效果，出现这种情况需要进行调整。

① 在调试前应先松开填料压盖，拧动调节螺栓进行调整，调整后随手将盖压紧，以防制冷剂泄漏。

② 在调试前可先估算一下实际工况，当接近调稳时将调节螺栓再转动1/4～1/2圈即可。

注意：要边调整边检测，要检测稳定压力值。

③ 转动调节螺钉，并观察低压压力；顺时针转动螺钉，弹簧弹力增大，阀的开度减小，即流量减少；逆时针转动螺钉，弹簧弹力减弱，阀的开度增大，即流量增多。**一般将螺钉旋转一圈，其过热度变化量约为1℃。**

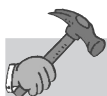


2-139 怎样检修膨胀阀？

① 膨胀阀是制冷系统中灵敏度极高的元件，检修时应特别小心，防止损伤。

② 拆卸膨胀阀后，应检查其进口处的滤网（有些膨胀阀没有滤网），如有污物则要清洗；膨胀阀的感温包有渗漏的话，就要换新件。

③ **膨胀阀可分解和清洗，装配后要进行性能检测和调整**（拆卸时注意螺钉转动的圈数）。一般膨胀阀出现故障，应换新件。



2-140 怎样排除膨胀阀开度过大或感温包安装不当故障？

（1）故障现象

◇ 空调系统内高压压力过高（约为 1862 ~ 1960kPa，低压压力约为 245kPa）。

◇ 压缩机低压回气管路挂霜或结有大量露滴。

◇ 冷气出风口温度偏高，系统制冷量不足。

（2）产生原因

◇ 膨胀阀开度过大，制冷剂进入蒸发器内过多，来不及蒸发就被吸入压缩机。

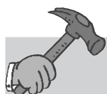
◇ 感温包安装位置不当，使低压管路制冷剂过多。

（3）采取措施

◇ 先顺时针试调膨胀阀调节螺钉，关小一两圈，观察出风口温度，若有渐冷变化，则为原开度过大。可适当调小膨胀阀开度，控制适当的蒸发压力。

◇ 若调整开度无效，应检查感温包。

◇ 检查感温包位置，正确位置应在蒸发器出口端低压管上。检查感温包，若与管子脱离或固定密封不好，应重新包扎严密并固定良好。



2-141 怎样排除膨胀阀的脏堵和坏堵故障？

（1）故障现象

◇ 微堵时，在进口小滤网部位发生结霜现象，同时又听到断断续续不均匀的气流声（膨胀阀正常运行时，应有轻微连续和均匀的气流声，阀体上以节流孔处为界限，向出口端一半处成 45°倾斜线结白霜，而在进口小滤网部位则无霜）。

◇ 全堵时，手摸膨胀阀进、出口无温差。

◇ 车内冷气出风口温度偏高或不冷，高压侧压力偏高，低压侧呈负值。

（2）产生原因

◇ 由于维修操作不当，系统内混入污物（如尘土，焊接后残留的焊渣、氧化物等）。

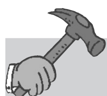
◇ 部件中橡胶类制品、密封圈受制冷剂腐蚀后产生的杂质堵塞了管道。

◇ 膨胀阀感温包损坏。

（3）采取措施

◇ 用小扳手轻轻敲击进口小滤网部位，此时若听到气流声有变化，同时膨胀阀以节流孔为界处所结的白霜逐渐融化，则可能是膨胀阀进口小滤网堵塞。可将小滤网拆出，用工业汽油或四氯化碳清洗干净，干燥后再装入膨胀阀。

◇ 若是膨胀阀孔清洗后仍不通，则为感温剂泄漏引起的坏堵，应更换膨胀阀。



2-142 怎样排除膨胀阀的冰堵故障？

（1）故障现象

◇ 当膨胀阀发生冰堵时，膨胀阀和蒸发器上的白霜全部融化，制冷量大幅度下降，直

至不能制冷。

◇ 此时空调冷气系统低压一侧的压力很低，可达到80~93kPa的真空度。

◇ 对于装有低压保护开关、压缩机由电磁离合器控制运转的非独立式空调系统，当发生冰堵时，在低压保护开关的作用下，电磁离合器分离，出现压缩机间歇停、开现象，系统断续制冷。

◇ 对于独立式空调系统，冰堵故障一旦发生，系统低压保护开关动作，切断专用空调冷气发动机的油路，发动机停机，整个系统也随之停止运转。

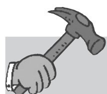
（2）**产生原因**

制冷剂中含有水分，当液态制冷剂流经膨胀阀的节流小孔时，温度骤然下降，其中的水分就在节流小孔或针阀孔周围凝结成很多的小冰粒。当较多的冰粒凝结在节流部位时，就堵塞了节流通道，发生了膨胀阀冰堵故障。

（3）**采取措施**

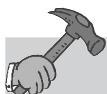
◇ 把制冷剂全部排出，并将系统解体，用工业汽油或四氯化碳清洗，吹干或烘干各总成，不能残留水分及杂质。

◇ 严格按操作规程装复，同时换上新的干燥剂或储液干燥器，或将原来失去效能的干燥剂加热再生处理后重复使用。



2-143 怎样区分膨胀阀的冰堵和脏堵故障？

膨胀阀的脏堵和冰堵现象很相似，为了正确区分这两种故障，**可采用对膨胀阀壳体加热的方法来进行**。具体做法是：用小块棉花蘸上酒精，点燃后对阀体加热数分钟后观察结果。若经加热后，可使低压一侧的压力回升到正常值，但停止加热后压力又很快降了下来，即为冰堵；若虽经加热，但低压侧的压力仍无变化，可断定为脏堵（有时脏堵，加热也可使阀导通，但低压侧压力较低）。



2-144 膨胀节流管的结构和特点是怎样的？

膨胀节流管是用于许多轿车制冷系统的一种固定孔口的节流装置，有人称它为孔管、固定孔管。膨胀节流管直接安装在冷凝器出口和蒸发器进口之间，用于将液态制冷剂节流降压。由于不能调节流量，液体制冷剂很可能流出蒸发器而进入压缩机，造成压缩机液击。所以**装有膨胀节流管的系统，必须同时在蒸发器出口和压缩机进口之间安装一个集液器**，实行气、液分离，避免压缩机发生液击。

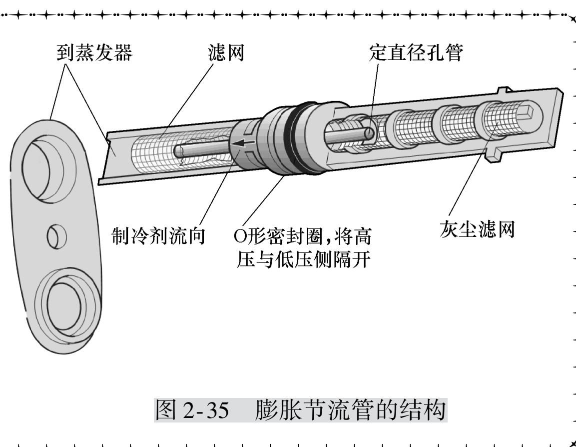
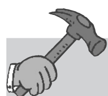


图2-35　膨胀节流管的结构

膨胀节流管的结构如图2-35所示。它是一根细铜管，装在一根塑料套管内。在塑料套管外环形槽内装有密封圈。有的还有两个

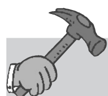


外环形槽，每槽各装一个密封圈。把塑料套管连同膨胀节流管都插入蒸发器进口管中，密封圈用于密封塑料套管外径和蒸发器进口管内径间的配合间隙。膨胀节流管两端都装有滤网，以防止系统堵塞。安装使用后，系统内的污染物集聚在密封圈后面，使堵塞情况更加恶化。膨胀节流管不能维修，坏了只能更换。



2-145　膨胀节流管的优缺点是怎样的？

由于**膨胀节流管没有运动部件，结构简单，可靠性高，同时节省能耗**，因此美国、日本等国家有许多高级轿车采用膨胀管式制冷循环。其**缺点是制冷剂流量不能根据工况变化进行调节**。



2-146　如何拆卸未损坏的膨胀节流管？

① 用制冷剂回收与充注机将系统中的制冷剂回收。

② 把蒸发器进口管拆下（此时节流管就露出来了），把进液管中的所有碎片、污物清理干净。

③ 倒一点冷冻机油到节流管的密封部分。

④ 把**拆卸工具**(如图 2-36 所示，**它是在 T 形套筒中加了一个开槽的圆管**）上的槽对准节流管上的柄脚（凸起）并插入。

⑤ 转动 T 形手柄，使开口圆管夹住节流管。

⑥ 握住 T 形手柄（千万别转动），顺时针转动外面的细长形六角套筒，这样节流管就会被拉出。

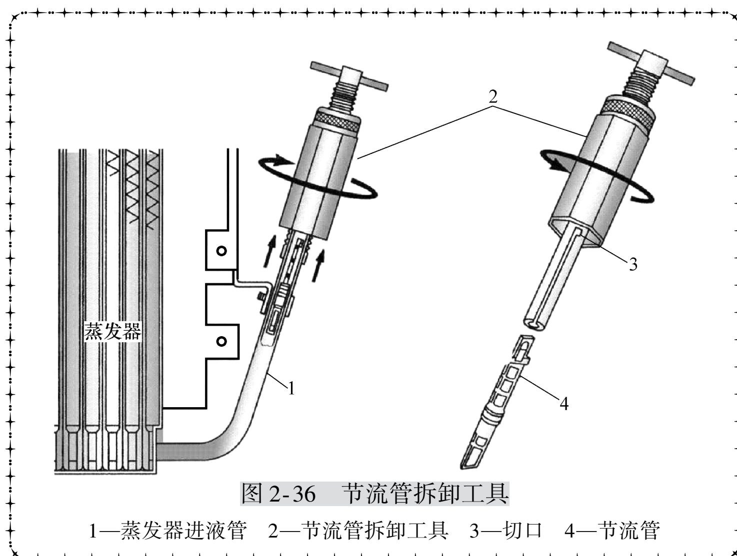
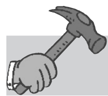


图 2-36　节流管拆卸工具

1—蒸发器进液管　2—节流管拆卸工具　3—切口　4—节流管



2-147　如何拆卸已损坏的膨胀节流管？

若节流管已破碎，用一般工具很难取出。此时，应用图 2-37 所示的专用工具将其取出，

方法如下：

① 首先将蒸发器进液管中的所有碎片（节流管的）清除出去，在进液管中加几滴冷冻机油。

② **将专用工具的螺纹锥伸到坏节流管中的铜质孔中**，用手转动 T 形手柄，直至确信已接触到节流管。

③ 转动工具的外壳，直到坏节流管被拉出。

④ 若拉出的仅是节流管中的铜管，其塑料套管仍留在蒸发器进液管中，则应将拉出的铜管卸掉，再把工具插入塑料管中，将塑料管拉出。

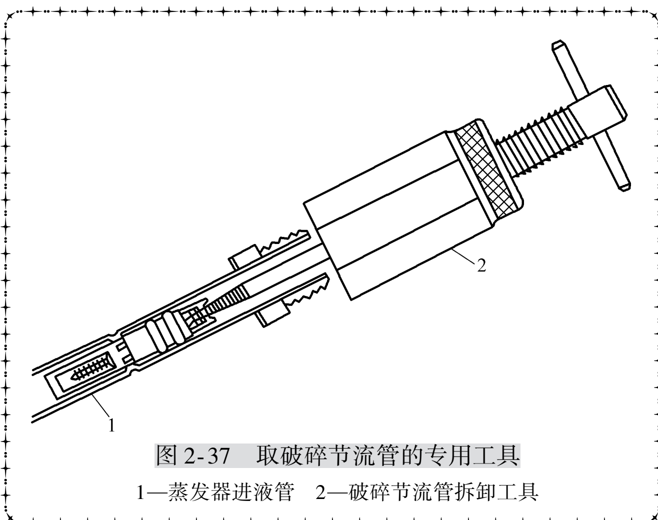
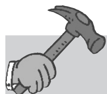


图 2-37　取破碎节流管的专用工具

1—蒸发器进液管　2—破碎节流管拆卸工具



2-148 如何正确安装膨胀节流管？

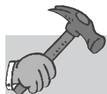
① 将蒸发器进液管清理干净。

② 在节流管外表涂上冷冻机油。

③ **将节流管装入拆装工具，然后推入进液管中，直到碰到凸起推不动为止。**

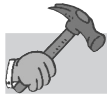
④ 装 O 形密封圈，将进液管与蒸发器连接好。

⑤ 若已拆下集液器，将新的集液器装上。



2-149 为什么要在汽车空调系统中设置储液干燥器？

由于汽车空调正常工作时，**制冷剂的供应量大于蒸发器的需要量，所以高压侧液态制冷剂会有一定的储存量。**而且随着季节的变化，在系统不运行或检修、更换系统内的零件时，可将系统中的制冷剂收到高压侧进行储存，以免制冷剂泄漏。因此，在汽车空调系统中需设置储液干燥器。



2-150 储液干燥器的作用有哪些？

① **储存制冷剂。**储液干燥器可以暂时储存一部分制冷剂，使气、液分离。它还可作为储存罐使用，即接收冷凝器流出的液态制冷剂并一直将其保留到蒸发器需要排出时为止。根据工况不同，各种要求条件也有所变化。

② **过滤水分、杂质。**储液干燥器能过滤水分和杂质。储液干燥器中放置了干燥剂，一般为硅胶形状，可以吸收汽车空调系统的水分，这点对于汽车空调系统是十分重要的。假如制冷剂中含有水分，将会腐蚀功能部件，还可能在膨胀阀的节流小孔处冻结，造成制冷剂管路堵塞；如果在蒸发器中冻结，则将阻碍制冷剂流动。干燥剂有效防止了此类故障。

③ **防止气态制冷剂进入蒸发器**。储液干燥器的位置和设计结构可防止气态制冷剂进入蒸发器。由冷凝器出口进入储液干燥器的制冷剂并不是 100% 的液体，尤其是在大气温度较高、冷凝器散热困难时，气态的制冷剂流入储液干燥器的比例会很高。流入蒸发器的气态制冷剂由于没有经过形态变化，所以不能吸热，从而影响制冷效果。

④ **提供缓冲空间**。储液干燥器还提供了系统内液态制冷剂的缓冲空间，能及时调整和补充供给恒温膨胀阀液态制冷剂的流量，以保证系统内制冷剂流动的连续性和稳定性。

⑤ 部分储液干燥器上部出口端**装有一个玻璃视液镜**，用于观察制冷剂在工作时的流动状态，由此可判断制冷剂量是否合适，如图 2-38 所示。

⑥ 有些车型的储液干燥器上**装有压力开关**，可在系统压力不正常时，中止压缩机的工作。

⑦ 有些储液干燥器上**装有维修阀**，供维修制冷系统时安装压力表和加注制冷剂之用。

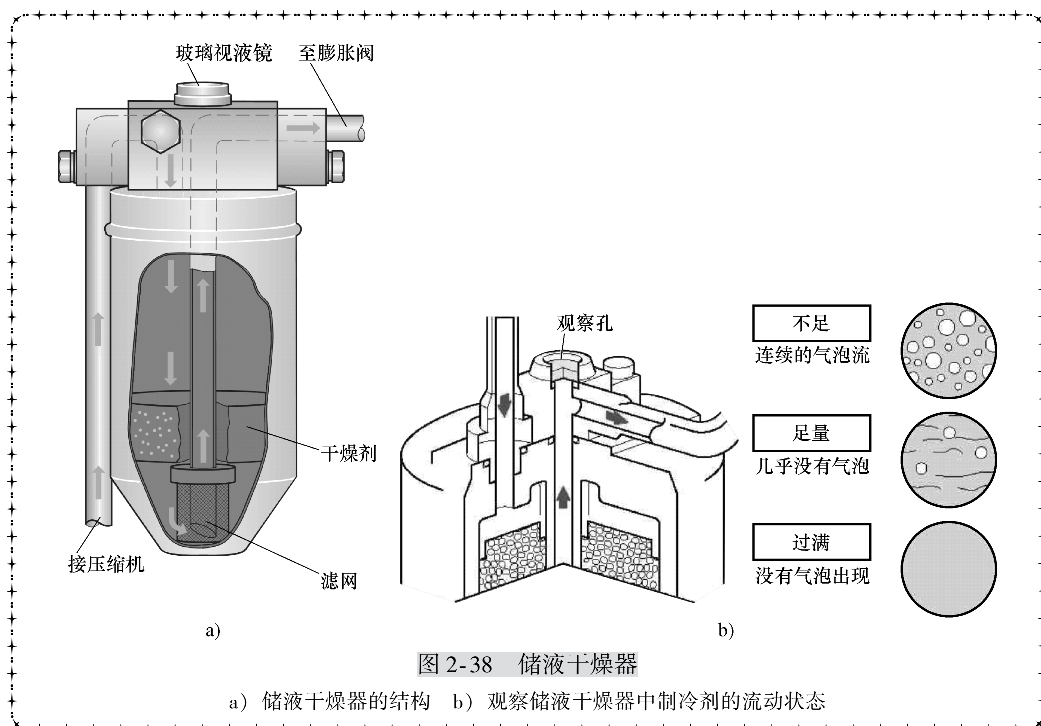
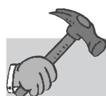


图 2-38　储液干燥器

a）储液干燥器的结构　b）观察储液干燥器中制冷剂的流动状态



2-151 储液干燥器由哪些部件组成？

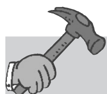
（1）**储液罐**　储液罐是制冷系统中不可缺少的部件。储液罐能临时存储一些在冷凝器中液化的制冷剂。当蒸发器负荷变化时，要求流量也相应变化，及时供给蒸发器；当系统中存在少量制冷剂泄漏时，需要及时补充制冷剂。因此，必须有一个能额外储存制冷剂的容器。储液罐的容量约为系统工质体积的 1/3，罐体有钢制和铝制两种。

（2）**干燥剂**　干燥剂是一种能从气体、液体或固体中去掉潮气的固体物质，如硅胶、分子筛等。在制冷剂及制冷系统中不可避免地存在着水分，水会对金属产生强烈的腐蚀作用

以及影响制冷剂工作正常进行，所以需要干燥器。

干燥剂可放在起过滤作用的两层滤网之间，或者放在由弹簧支承的金属网袋中，干燥袋直接放在储液罐中不必固定。对于这种结构，如果摇动干燥器，可以听到干燥袋移动的声音，这声音并不意味着储液干燥器坏了。

（3）**过滤器**　制冷系统中没有处理干净的微量碎屑、尘土、制冷剂中的脏物及制冷剂对系统部件内壁发生侵蚀而脱落的杂质，如果积聚在膨胀阀（或塑料节流管）内，将阻碍制冷剂流通。因此，管路中必须安装过滤器，并需要经常清洗滤网（或更换过滤器）。



2-152　空调制冷系统管路中混有水分会造成哪些影响？

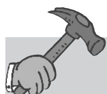
在制冷系统中不可避免地存在着水分，而水分的存在会引发很多问题，主要表现在：

（1）**腐蚀**　水能促进油与制冷剂的反应，使制冷剂分解产生酸，酸则会引起破坏性腐蚀。

（2）**冰堵**　水容易在膨胀阀结冰，从而影响制冷剂流动。

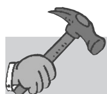
（3）**脏堵**　水会促进淤渣的形成，并堵塞膨胀阀、节流管。

（4）**镀铜现象**　在R134a系统中，若存在水分，有可能造成铜管上的铜分子沉积到钢零件表面，造成镀铜现象，使压缩机运动部件卡死。



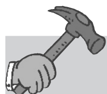
2-153　为什么R134a与R12两种制冷系统中储液干燥器不能互换？

使用R134a制冷剂的制冷系统的储液干燥器不能与使用R12制冷剂的制冷系统中的储液干燥器互换，两种储液干燥器中的干燥剂不同，**R134a制冷剂使用沸石作为干燥剂，R12制冷剂使用硅胶作为干燥剂。**



2-154　储液干燥器的安装应注意什么？

储液干燥器一般安装在冷凝器旁或者其他通风好、散热好、远离热源的地方。**安装时要尽量直立安装，倾斜度不要大于15°。**如果倾斜度过大，液态与气态制冷剂就不能完全分离。特别需要注意的是，**在空调系统的安装维修中，储液干燥器必须最后一个被接到系统中，以防止空气进入干燥器，**因为空气中的水分及其他不可冷凝的杂质等可能会腐蚀金属，致使小的金属粒子剥落下来，造成系统堵塞。安装前一定先要确定储液干燥器的进口端和出口端，否则容易装错。一般在其进、出口端作有标记，如进口端用英文“IN”（此端应与冷凝器出口相接）表示，出口端用“OUT”表示，或者直接打上箭头。



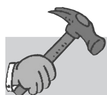
2-155　怎样检修储液干燥器？

① 检查玻璃视液镜和接头，如果损坏，应更换。

② 使压缩机运转，在制冷系统工作过程中，检查储液干燥器的进、出口。若温差很大，甚

至出口处出现结霜,说明滤网或中心引出管产生了不同程度的堵塞。如果是可拆式,则应拆下滤网清洗;如果是不可拆式,则要更换储液干燥器。

③ 为防止空气进入储液干燥器,**在空调系统安装和维修工作中,储液干燥器必须最后一个被接入系统中去。**



2-156 为什么在膨胀节流管系统中要安装集液器？

集液器也叫积累器，用于膨胀节流管（孔管）式的制冷系统，其安装在蒸发器出口处低压侧的管路中。由于膨胀管无法调节制冷剂的流量，因此蒸发器出来的制冷剂不一定全部是气体，可能有部分液体。为防止液态制冷剂液击压缩机，在蒸发器出口处安装一个集液器，**一方面将制冷剂进行气液分离，另一方面起到与储液干燥器相同的作用，**其结构如图 2-39所示。制冷剂进入集液器后，液体部分沉在集液器底部，气体部分从上面的管路出去进入压缩机。在容器底部，出气管弯处装有带小孔的过滤器，允许少量的积存在管弯处的冷冻机油返回压缩机。但液体制冷剂不能通过，因而要用特殊过滤材料。

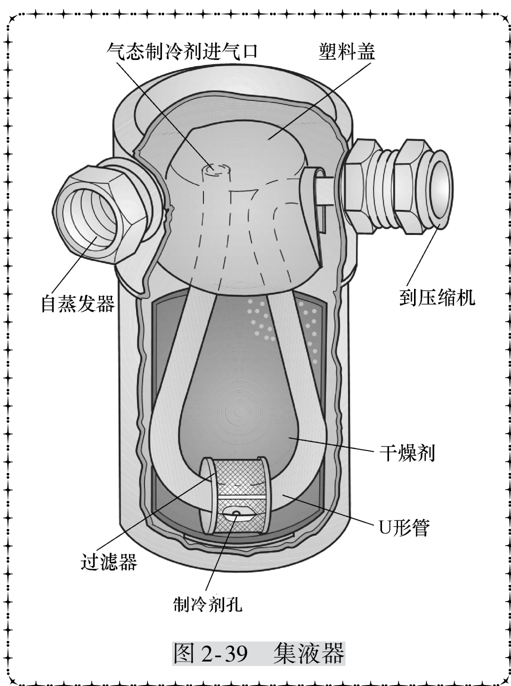
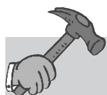


图 2-39　集液器



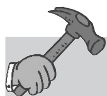
2-157 集液器与一般储液干燥器有哪些区别？

① 集液器安装在制冷系统的低压区，而储液干燥器则安装在系统的高压区。

② 集液器和储液干燥器存储的都是液态制冷剂，但**集液器存储的这些制冷剂会在低压区慢慢地自然蒸发，离开集液器的只是气态制冷剂，**因而起到气液分离的作用。而储液干燥器留下的是多余的液态制冷剂，用以调节运行的需要。

③ 集液器中主要是气体，所以要求容积比较大，因而集液器尺寸一般比较大，而储液

干燥器的尺寸一般比较小。

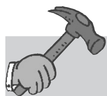


2-158 集液器具有哪些优点？

① **保证压缩机不会吸入液态制冷剂，只能吸入气态制冷剂**，因而压缩机不会发生“液击”现象。

② 能减少压缩机的排气脉冲，使系统工作更平衡。

③ 在制冷剂不足的情况下，能维持一定量的润滑油回流，从而提高系统对制冷剂泄漏的容忍度。



2-159 空调系统中视液镜的功用和结构是怎样的？

视液镜也称观察窗，其功用是在加注制冷剂时，观察制冷剂加注量是否到位，也用来判断空调系统制冷量是否不足，是否由于制冷剂泄漏导致制冷剂减少，如图2-40所示。

视液镜由玻璃、壳体及连接管嘴三部分组成。玻璃须耐压，耐高低温，壳体和连接管嘴一般连成一体，由钢锻件机加工而成。玻璃和壳体的连接有两种方式：螺母垫圈压接；直接烧结在壳体上，即在炉中达到一定温度熔接在壳体孔上。

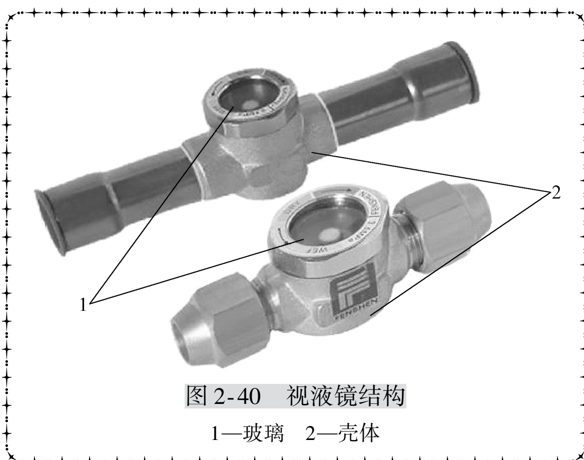
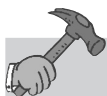


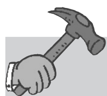
图2-40　视液镜结构

1—玻璃　2—壳体



2-160 空调制冷系统中，视液镜一般安装在什么地方？

在不少汽车空调系统中，**视液镜多安装在储液干燥器上**，优点是结构紧凑，可靠性较高。但在有些情况下，如加注制冷剂时，在储液干燥器上观察制冷剂不方便或无法观察，视液镜则安装在高压管路系统上；另外采用CCOT系统时，由于气液分离器上不能装视液镜，视液镜须安装在高压管路系统上。



2-161 汽车空调系统配备风机的类型有几种？ 各有什么特点？

汽车空调的蒸发器，冷凝器的换热都需要强制通风，有的车室也需强制通风换气，这都需要风机来完成。汽车空调常用风机有离心式和轴流式两种类型。

（1）**离心式风机**　离心式风机一般装在蒸发器的里侧，其功用是将车内的温度较高的



空气流向蒸发器，经过热交换后将冷风送入车厢内，这样不断的循环使车厢内降温。其工作原理如图2-41b和图2-42所示，当叶轮旋转时，由与旋转轴平行的方向吸进空气，向着和旋转轴垂直的方向——离心力作用的方向吹出。离心式风机结构比较简单，一般由叶轮、蜗壳和进口集流器组成。

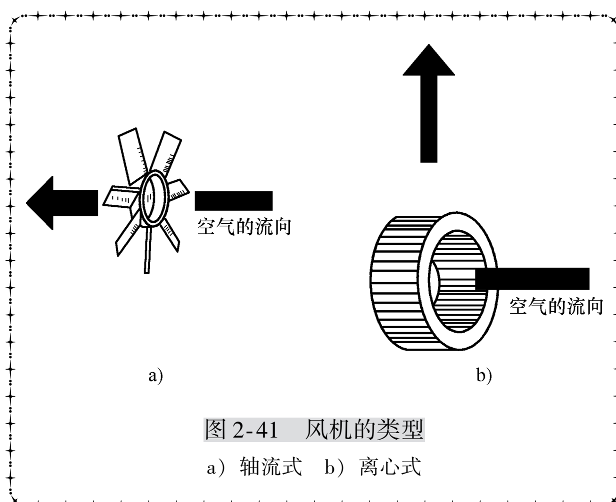


图2-41 风机的类型
a）轴流式 b）离心式

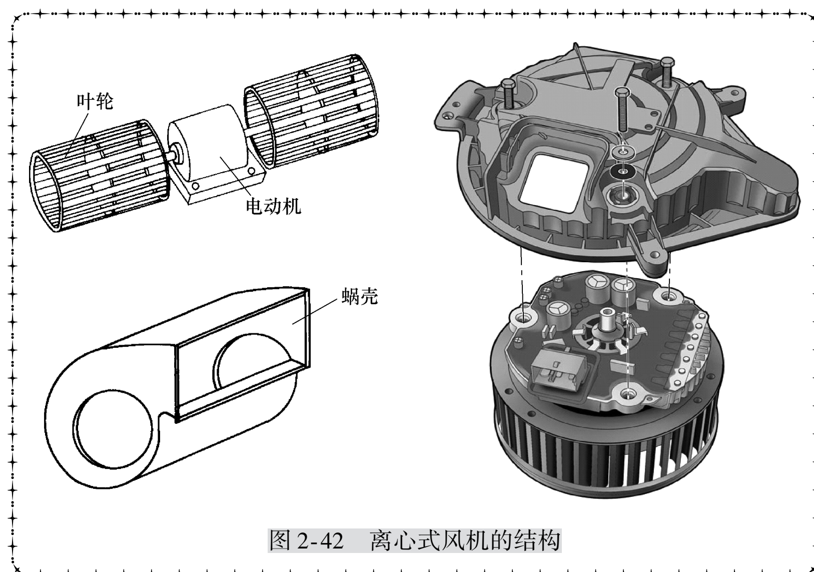


图2-42 离心式风机的结构

（2）**轴流式风机** 冷凝器一般配置轴流式风机，轿车多数与散热器共用一个风机，其功用是将冷凝器中散发出的热量吹送大气中去，其工作原理如图2-41a和图2-43所示，当叶轮旋转时，空气在叶轮的鼓动下沿着轴向方向流动，使冷凝器很快散热。它由进口集流器、叶轮、导叶和扩压筒组成。安装时注意叶轮方向，一般故障多来自于电动机。

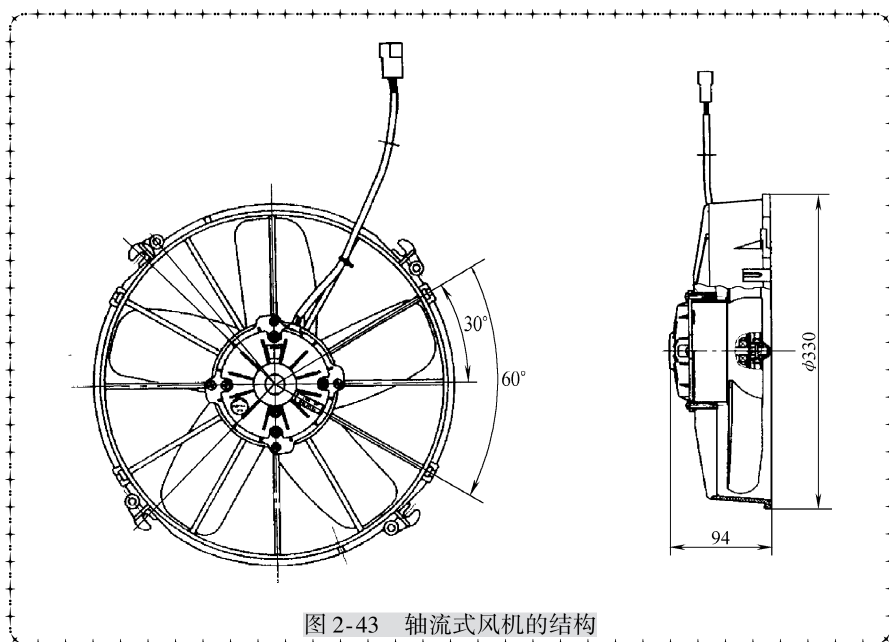
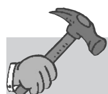


图 2-43　轴流式风机的结构

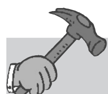


2-162　汽车制冷系统的连接部件主要有哪些？

汽车制冷系统的连接部件主要是连接蒸发器、冷凝器和压缩机的管路组件，**通常分为软管和硬管两大类**。软管又分金属软管（波纹管）、橡胶软管和热塑性软管；硬管较多使用铝管或铜管，通常硬管和金属软管须配合使用。

硬管和金属软管通常是在制冷系统管路走向固定的情况下使用，橡胶软管或热塑性软管安装方便，走向不受限制，在中小型客车制冷系统连接管路被广泛采用。但是制冷系统用的橡胶软管或热塑性软管材料的技术要求非常严格，一旦使用不当，不但容易引起泄漏，还会由于材料与制冷剂或油产生化学反应，损坏系统其他关键零部件。

第 3 章 汽车空调控制系统检修



3-163 汽车空调系统中常用的压力开关有哪些类型？ 其作用是怎样的？

有些汽车为了使制冷系统运行正常，设有压力开关电路。压力开关也称为压力继电器或压力控制器，分为高压开关、低压开关和高，低压双向复合开关（三位压力开关）三种，安装在制冷系统高压管路或低压管路上。高压开关又分为触点常闭型和触点常开型两种，如图 3-1 所示。高、低压开关的结构与外形大同小异。当制冷系统由于某种原因而导致管路内制冷剂压力出现异常时，压力开关便会自动切断压缩机电磁离合器电路而使压缩机停止工作，或控制冷凝器风扇的高速档运转，使冷凝器强制散热，保护制冷系统不损坏。

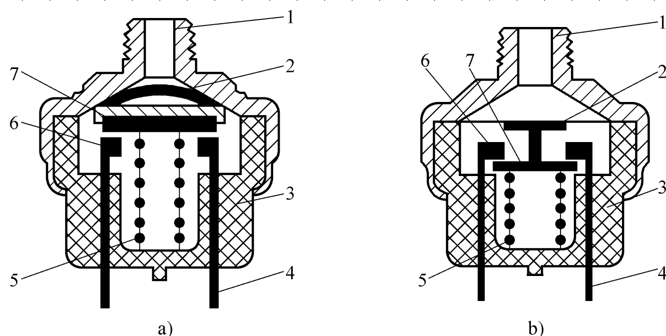
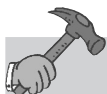


图 3-1　高压保护开关

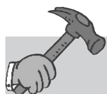
a）常开型高压开关　b）常闭型高压开关

1—管路接头　2—膜片　3—外壳　4—接线柱　5—弹簧　6—固定触点　7—活动触点



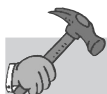
3-164 高压压力开关的安装位置和功用是怎样的？

压力开关又称为制冷系统的压力继电器，一般安装在制冷系统的高压管路或储液干燥器上。其功用是当制冷系统工作压力异常（过高）时，自动切断电磁离合器线圈电路，使压缩机停止运转或接通冷凝风扇高速档使冷凝风扇高速运转，从而防止制冷系统压力过高或过低而损坏压缩机和制冷部件。



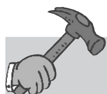
3-165 造成空调制冷系统压力过高的原因有哪些？

一般造成空调制冷系统压力过高的原因有以下几种：一是冷凝器过脏阻塞了冷却风道，导致冷凝器无法充分冷却；二是维修中制冷剂添加过多，导致压力过高；三是由于系统管路发生堵塞。



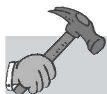
3-166 触点常开（动合）型压力开关的结构及功用是怎样的？

触点常开（动合）型压力开关的结构如图 3-1a 所示，其功用是当制冷系统压力升高到一定值时，接通冷凝风扇高速档电路，增强冷凝器的散热效果，降低制冷剂温度与压力。如奥迪 100 型轿车用触点常开型高压开关的触点闭合压力为（1.58 ±0.17)MPa，（恢复）断开压力为（1.335 ±0.17)MPa。



3-167 触点常闭（动断）型压力开关的结构及功用是怎样的？

触点常闭（动断）型压力开关的结构如图 3-1b 所示，其常闭触点串联在空调压缩机电磁离合器线圈电路中，当制冷系统压力升高到一定值时，作用在膜片上的制冷剂压力推动推杆使触点断开，切断电磁离合器线圈电路，从而使压缩机停止运转，避免制冷剂压力进一步升高而损坏压缩机或制冷部件。当高压管路的压力恢复正常值时，触点在复位弹簧作用下恢复闭合状态，压缩机又可正常工作。触点常闭型压力开关触点的断开压力和（恢复）闭合压力因车而异，断开压力一般为 2.1 ~3.5MPa，（恢复）闭合压力一般为 1.6 ~1.9MPa。



3-168 低压开关的类型和功用是怎样的？

低压压力开关有两种，一种设在高压回路中，其主要目的是保护压缩机在缺少制冷剂的情况下不空转，以免压缩机因缺乏润滑油而磨损。同时，也起到低温环境保护作用，以免在过低温度的环境下使制冷系统工作而造成蒸发器表面结冰，增加功耗。

低压开关又称为制冷剂泄漏检测开关，其触点为常闭触点，并与空调压缩机电磁离合器线圈电路串联。低压开关的功用是在制冷系统严重缺少制冷剂，导致高压侧压力低于一定值



[一般为0.2MPa，如桑塔纳2000系列轿车空调系统为（0.196±0.1）MPa]时，**触点断开，切断电磁离合器线圈电路使压缩机无法运转**，防止压缩机在没有润滑保障的情况下运转而损坏。低压开关的结构如图3-2所示。

另一种低压开关设在低压回路中，通过感受吸气压力，用来控制高压旁通阀的除霜作用。即当低压压力低到某一规定值时，接通高压旁通阀（电磁阀），让部分高压蒸气直接进入蒸发器，以达到除霜的目的。这种低压开关一般用于大客车汽车空调，当系统吸气压力降低时，压力调整弹簧和压力差弹簧的弹力相抵消，动作板复原，微动开关动作，触点通电，高压旁通阀开启。在正常运转时，高压旁通阀的触点一直是开着的。

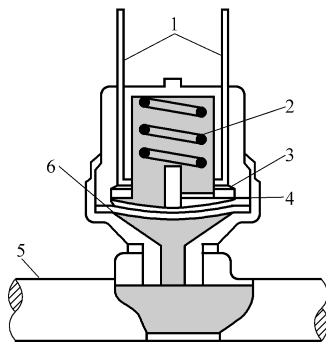
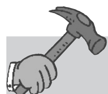


图3-2　低压保护开关

1—导线　2—弹簧　3—动触点　4—支座
5—压力导入管　6—膜片



3-169　三位压力开关的结构和作用是怎样的？

近年来，不少汽车空调倾向于采用设在高压回路中的三位压力保护开关，如上海桑塔纳2000轿车、南京依维柯客车的汽车空调系统就采用了三位压力开关。

三位压力开关内部由隔膜、碟形弹簧、轴和接点组成。接点可分为低压及高压异常时会动作的接点和用于控制冷凝器风扇或发动机散热器风扇的接点。

三位压力开关的作用如下：

① 防止因制冷剂泄漏而损坏压缩机。

② 当系统内制冷剂高压异常时，保护系统不受损坏。

③ 在正常工作状况下，冷凝器风扇低速运转，实现低噪声，节省动力；当系统内高压升高时，风扇高速运转，以改善冷凝器的散热条件，实现了风扇的两级变速。



3-170　三位压力开关的工作过程是怎样的？

三位压力开关一般安装在储液干燥器上，感受制冷剂高压回路的压力信号，其工作过程如图3-3所示（以R134a制冷剂为例）。

当制冷剂压力不大于0.196MPa时，由于隔膜、碟形弹簧和弹簧的弹力大于制冷剂压力，因此高低压接点断开（OFF），压缩机停转，实现低压保护，如图3-3a所示。

当制冷剂压力为0.2～3MPa时，制冷剂压力高于开关的弹簧压力，弹簧挠曲，高低压接点接通（ON），**压缩机正常工作**，如图3-3b所示。

当制冷剂压力大于或等于3.14MPa时，制冷剂压力大于隔膜、碟形弹簧压力，高低压接点断开，**压缩机停转，实现高压保护**，如图3-3c所示。

当制冷剂压力大于1.77MPa时，制冷剂压力就大于隔膜弹力，隔膜会反转，将轴推上，以接通冷凝器的风扇高速接点，**风扇以高速运转，实现中压保护**，如图3-3d所示。

当压力降至1.37MPa时，隔膜恢复原状，轴下落，接点断开，**冷凝器风扇又以低速运转**。

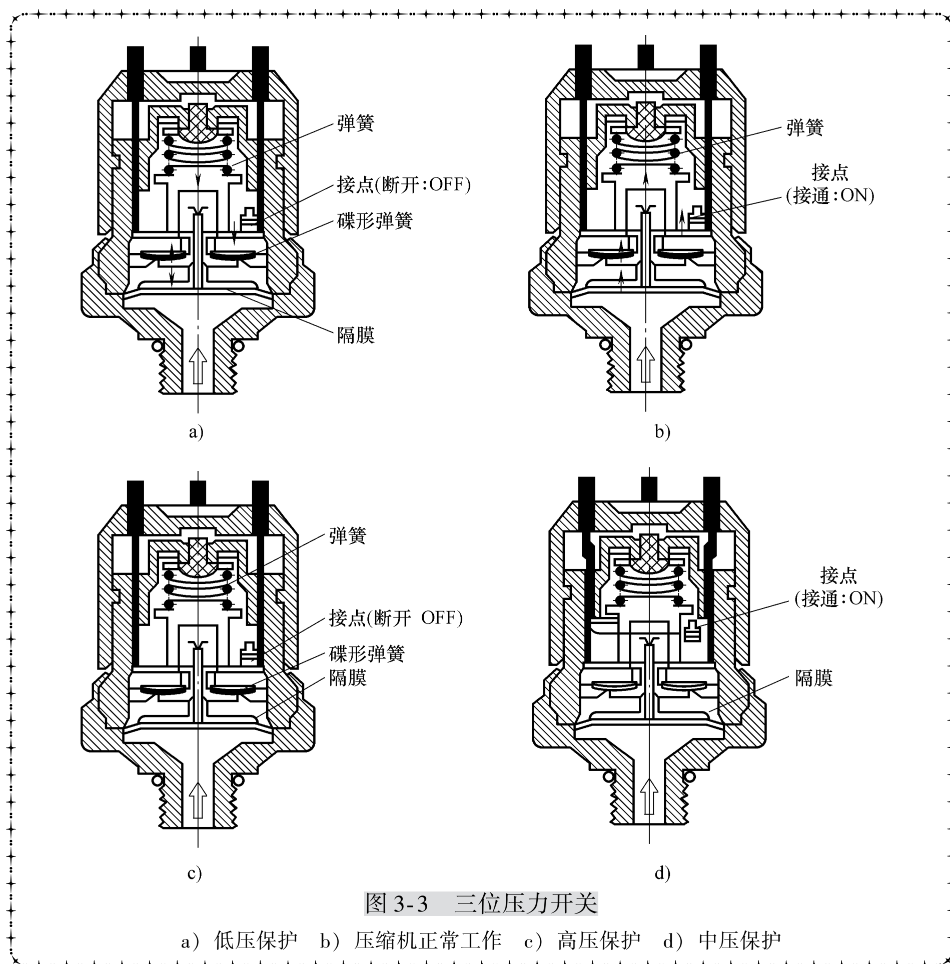


图 3-3 三位压力开关

a）低压保护 b）压缩机正常工作 c）高压保护 d）中压保护

三位压力开关的功能如图 3-4 所示。

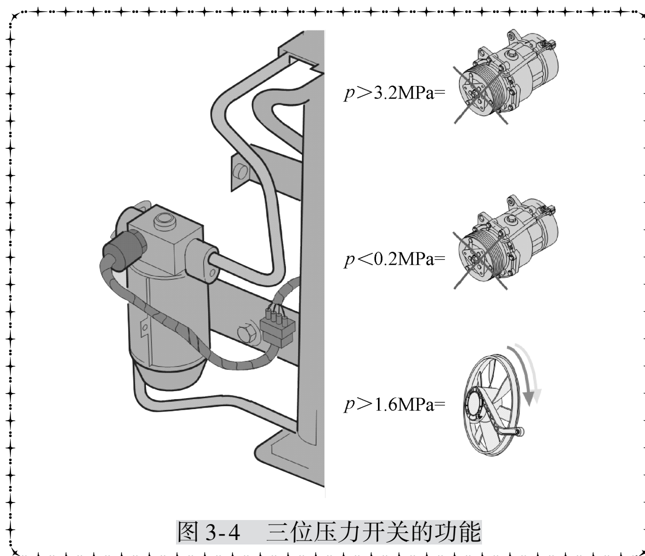
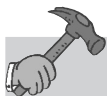


图 3-4 三位压力开关的功能





3-171 常见压力开关的开关形式及作用有哪些？

常见压力开关的开关形式及作用见表 3-1，其有关技术参数见表 3-2。

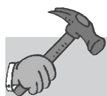
表 3-1　压力开关的开关形式及作用

序号	种类	开关形式	特性	作用
A	低压开关	C　H l	常闭	高压回路压力低于规定值时，使压缩机停转
B	高压开关	C　H h	常闭	高压回路压力高于规定值时，使压缩机停转
C	低压开关	D　L	常开	低压回路压力低于规定值时，接通除霜电磁阀
D	高压开关	F　H h	常开	高压压力高于规定值时，使冷凝风扇高速运转
E	高低压力复合开关	H l　C　H h		是 A、B 两种形式的组合，设在高压回路中，也可以是 A、D 两种形式的组合
F	高中低三位压力开关	F　H m　H l　C　H h		是 A、B、D 三种形式的组合，设在高压回路中
说明	Ⓒ—压缩机　Ⓓ—除霜电磁阀　Ⓕ—冷凝风扇　Ⓗ$_h$—高压回路中的高压力　Ⓗ—高压压力　Ⓛ—低压压力　Ⓗ$_l$—高压回路中的低压力　Ⓗ$_m$—高压回路中的中等压力			

注：“↑”为压力升高的动作方向，“↓”为压力降低的动作方向。

表 3-2　压力开关的技术参数

压力开关性质	开关值	开关动作	作用
高压	压力≥3.14MPa	电路断开（关）	压缩机停转
中压	压力≥1.77MPa	电路接通（开）	冷凝风扇高速运转
	压力≥1.37MPa	电路又断开（关）	冷凝风扇回到低速运转
低压	压力≥0.196MPa	电路断开（关）	压缩机停转



3-172 压力开关控制基本电路是怎样的？

压力开关控制的基本电路如图 3-5 所示。压力开关一般安装在储液干燥器或高压管路上。图示的开关均为常闭开关，也有部分压力开关为常开开关，具体是何种形式要视车型而定。

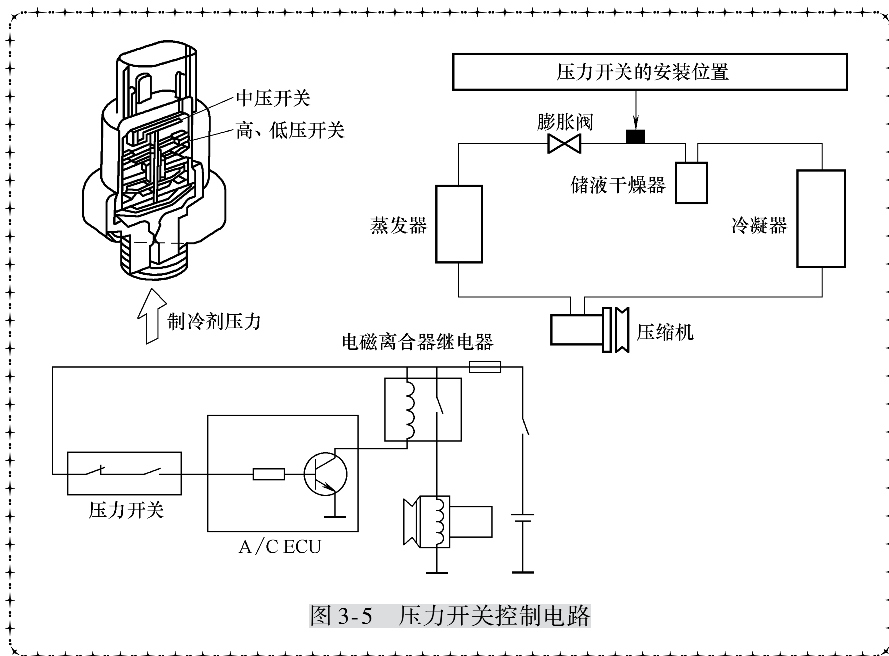
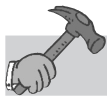


图 3-5 压力开关控制电路



3-173 如何对压力开关进行正确的检查？

① 将歧管压力计组件和软管接到高、低压检修阀上。当系统中制冷剂压力高于 0.21MPa 时，低压开关就应接通。否则为性能不良，应予更换。

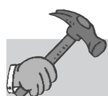
② 在制冷系统工作时，用纸板或其他板挡住冷凝器的散热，以恶化其冷却效果，这时冷凝器的温度会逐渐升高。当高压侧压力达到 2.1～2.5MPa 时，电磁离合器应立即断电，然后拿开纸板，待高压侧压力降低到 1.9 MPa 时，电磁离合器应立即通电，使压缩机工作。否则为性能不良。

③ 高压开关的触点是常闭式。用万用表测量其两个接线端，如果是断路，说明已损坏，如果电阻为零，则说明性能良好。

④ 低压开关的触点，在没有压力的作用下是常开的。用万用表测量其两接线端，如果性能正常的话，应该是断路，否则为性能不良。

⑤ 在有压力的情况下检测压力开关准确度较高。低压开关一般在 0.2MPa 左右触点闭合；高压开关在 2.65MPa 左右触点断开。





3-174　如何检查桑塔纳 3000 的空调压力开关？

① 装上歧管压力计组件。

② 使发动机在大约 2000r/min 的转速下运转。

③ 用万用表检查压力开关的工作情况。压力开关插接器如图 3-6 所示。

（1）控制电磁离合器

① 制冷剂压力变化时，检查压力开关端子 1 与端子 2 间的导通性。

② 低压侧：压力降至 0.196MPa 时应不导通，压力升高至 0.225MPa 时应导通。高压侧：压力升至 3.14MPa 时应不导通，压力降至 2.25MPa 时应导通。

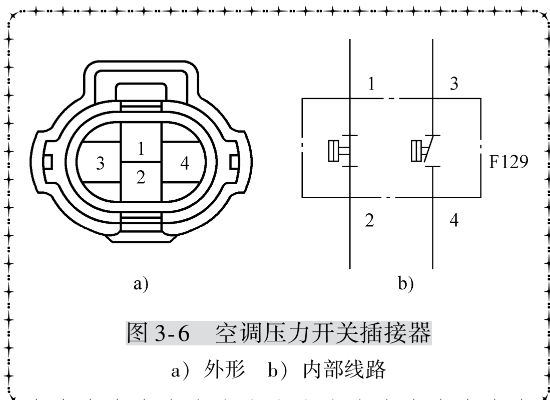


图 3-6　空调压力开关插接器

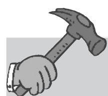
a）外形　b）内部线路

（2）控制冷却风扇

① 制冷剂压力变化时，检查压力开关端子 3 与端子 4 间的导通性。

② 压力升至 1.77MPa 时应导通，风扇高速运转，压力降至 1.37MPa 时应不导通，风扇又恢复低速运转。

如果导通情况不符合要求，说明压力开关性能不良，应更换。



3-175　易熔塞的作用和结构原理是怎样的？

在一些早期采用 R12 空调系统的汽车上，储液干燥器顶端上安装有一易熔塞。易熔塞是一个设有轴向通孔的螺塞，孔内填充有易熔材料，并借螺塞的螺纹安装在储液干燥器上，如图 3-7 所示。

易熔塞的功用是当储液干燥器内部制冷剂温度达到一定值（一般为 105℃左右，如桑塔纳 2000 系列轿车空调系统为 103 ~ 110.5℃）**时，易熔塞中的易熔材料熔化，将制冷剂通过易熔塞散发到大气中，**避免高温、高压导致制冷部件损坏。

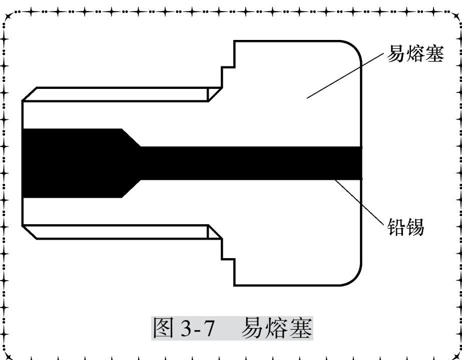
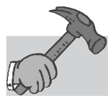


图 3-7　易熔塞

当冷凝器通风不良或冷气负荷过大使冷凝器散热不足时，就会导致冷凝器和储液干燥器内部制冷剂压力和温度异常升高。当制冷剂压力达到 3MPa 以上、温度达到易熔材料的熔点（约 105℃）时，易熔材料就会熔化，将高温、高压制冷剂排到大气中，避免制冷部件损坏。



3-176　高压卸压阀的结构和作用原理是怎样的？

以往的汽车空调系统采用易熔塞的方法付出的代价是经济上的损失和对环境的污

染，同时空气将进入空调系统。因此，目前大多采用高压泄压阀替代易熔塞。**高压卸压阀的作用是防止高压侧压力异常升高，保护压缩机和冷凝器。**高压泄压阀一般安装在压缩机排气口处。当冷凝器散热条件不好时，冷凝器温度和压力可能过高，当汽车制冷系统内制冷量过多时，系统压力也可能过高。高压泄压阀的压力调整范围为2.4～2.8MPa，当压力超出该调整值范围时，高压卸压阀被迫打开，让制冷剂放出，直至压力降低到调整值为止，在弹簧的作用下自动关闭，保证制冷系统正常工作。北京切诺基空调系统的储液干燥器及奥迪100轿车的压缩机上都装有此种泄压阀。

图3-8所示为高压泄压阀结构。在正常情况下，由于弹簧的压力作用，将密封塞压向阀体，与A面凸缘紧贴，制冷系统内制冷剂不能放出。当系统内压力异常升高时，弹簧被压缩，阀被打开，制冷剂被释放出来，系统内压力立即下降。当压力降至约2.8MPa时，弹簧又立即将密封塞推向阀体A面，将阀关闭。

采用泄压阀，制冷剂只会释放出很少的一部分，因此不存在上述易熔塞的缺点，空气也不会进入系统，而且便于判断故障原因。

图3-9所示为安装在压缩机上的泄压阀，这是通用公司的V-5型可变排量压缩机，它将几种压力开关都装在了压缩机上。

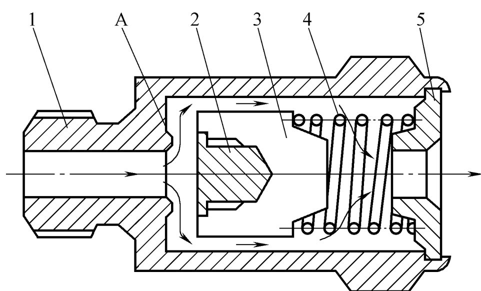


图3-8　高压泄压阀的结构

1—阀体　2—密封塞　3—下弹簧座

4—弹簧　5—上弹簧座

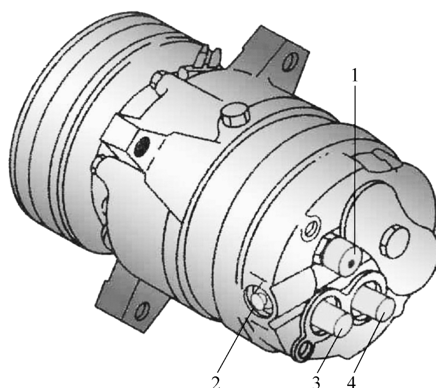
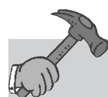


图3-9　V-5型压缩机上的泄压阀

1—泄压阀　2—压缩机控制阀

3—高压开关　4—低压开关



3-177　电子压力传感器的结构和原理是怎样的？

如图3-10所示，在奥迪汽车上安装了电子压力传感器G65，以代替压力开关P129。它**根据硅晶片在不同压力下的电特性，以数字信号来实施控制，从而提高了控制精度，**使风扇的接通、切断具有延时性，风扇运转更加平稳，乘坐更舒适。它能全程监控空调系统中的制冷剂压力，大大提高了系统的安全性。



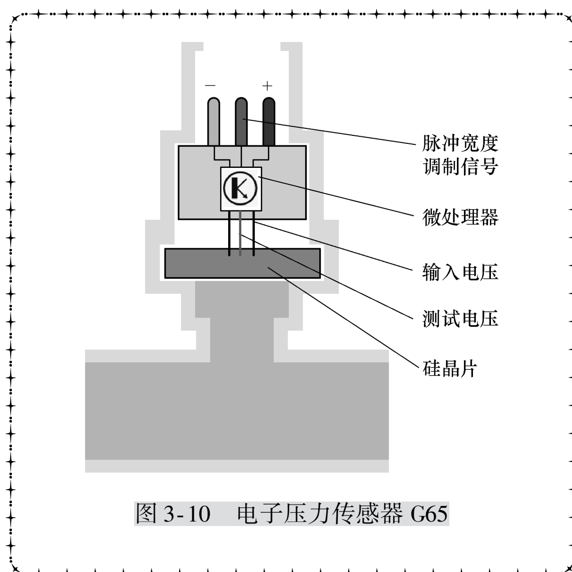
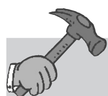


图 3-10 电子压力传感器 G65

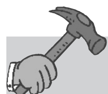


3-178 冷却液过热开关的结构和工作原理是怎样的？

冷却液过热开关又称为冷却液温度开关，其功用是防止在发动机过热的情况下使用空调。**过热开关一般安装在发动机散热器或冷却液管路上，以便监测发动机冷却液温度。**

当发动机冷却液温度超过某一规定值（例如，奥迪 100 型轿车的设定值为 120℃）时，过热开关触点断开（或触点闭合再通过空调放大器），切断电磁离合器线圈电路使压缩机停止运转。

当冷却液温度降低到某一规定值（如奥迪 100 型轿车的设定值为 106℃）时，过热开关触点自动复位，空调压缩机恢复工作。



3-179 过热开关的作用与结构是怎样的？

过热开关有两种，一种是装在压缩机缸盖上，作用结果是使电磁离合器电源中断，压缩机停转。一种是装在蒸发器出口管路上，作用结果是泄漏警告灯亮。**这两种结构的目的都是防止由于缺少制冷剂，造成压缩机因缺乏润滑油而过热损坏。**当系统处在高温高压状态或低温低压状态下时，此开关保持常开，当系统处在高温低压状态时此开关闭合。系统的高温低压状态通常是在缺少制冷剂时出现的，此时，如果压缩机继续运转，将会因缺少润滑而过热损坏，过热开关将使压缩机停止运行，直至故障排除为止。

空调器的过热开关的结构如图 3-11 所示。当制冷剂温度升高到一定值，膜片下的蒸发压力使膜片上升，推动螺钉，带动动触点与定触点接触，过热开关接通，在过热开关后面串接一个过热时间继电器。当过热状态是持续的而不是瞬时的情况下，泄漏警告灯才点亮。

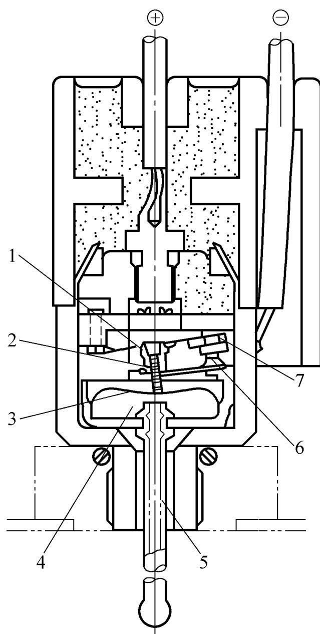
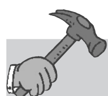


图 3-11　过热开关结构

1—调整螺母　2—调整螺钉　3—膜片　4—制冷剂　5—温度传感器　6—动触点　7—定触点



3-180　热力熔断器的作用和结构是怎样的？

图 3-12 所示为热力熔断器工作原理，它与过热开关配合使用，由温度感应熔丝、绕线式电阻加热器组成。当过热开关闭合时，通向电磁离合器线圈的电流通过热力熔断器中的加热器，使加热器温度升高，直到把熔断器熔化，这样电磁离合器电路中断，压缩机停止运转。

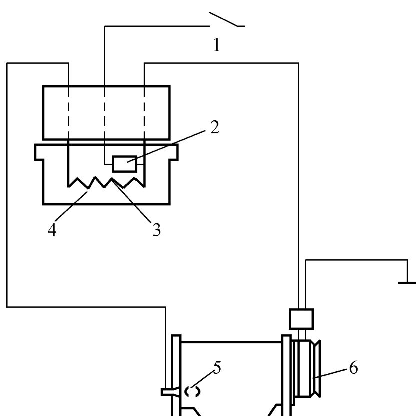
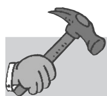


图 3-12　热力熔断器工作原理

1—环境温度开关　2—温度感应熔丝　3—绕线式电阻加热器　4—热力熔断器　5—过热开关　6—电磁离合器线圈



3-181 汽车空调控制继电器的类型和作用机理是怎样的？

汽车空调控制电路中有各种类型的继电器，其功能是便于控制各种功能并能减少流入控制开关的电流，延长开关使用寿命。一般继电器分常开和常闭两种。

常开型继电器一般用于电磁离合器控制、冷凝器风扇控制、怠速提升装置控制等。只要有控制电流流过，继电器线圈上产生的磁力将活动芯棒吸入，使触点接通，反之则断开，如图 3-13 所示。

常闭型继电器用在只要有控制电流流过，触点就断开的电路上。例如，将空调电源继电器串接在起动电路中，只要汽车开关处于起动位置，此继电器的触点就断开，保证在汽车起动时，空调器不能工作。它的结构与常开型继电器相似，仅铁心动作相反。怠速继电器也属于此类。

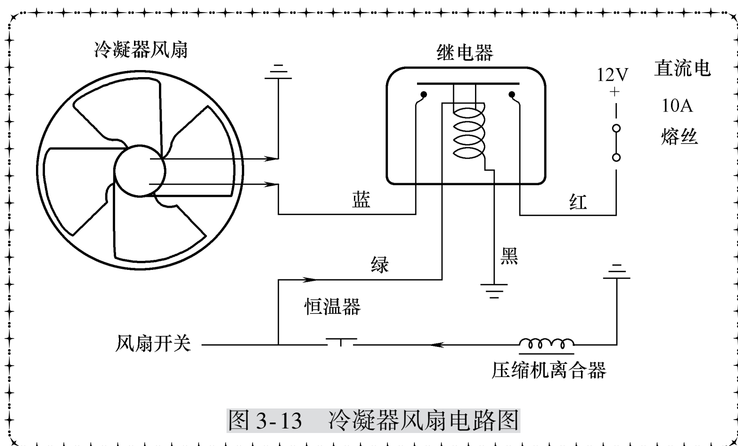
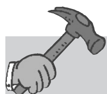
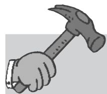


图 3-13　冷凝器风扇电路图



3-182 在汽车正常运行过程中，如何控制空调压缩机的工作？

除大型独立式汽车空调机组以外，一般汽车空调压缩机都是通过电磁离合器与发动机主轴发生联系的。压缩机的停、开都是由电磁离合器的吸合与释放决定的，因此**电磁离合器**是汽车空调自动控制系统中的执行部件，**受温度开关（恒温器）、压力开关（压力继电器）、车速继电器和电源开关等元件的控制**，它一般装在压缩机前端。



3-183 常见电磁离合器有哪些类型？

常见空调电磁离合器由离合器压力板、带转（转子）及电磁线圈组成，其分解图如图 3-14所示。**电磁离合器有固定线圈式和旋转线圈式两种**，前者电磁线圈固定在压缩机壳体上不转动，后者电磁线圈与带盘连在一起转动。

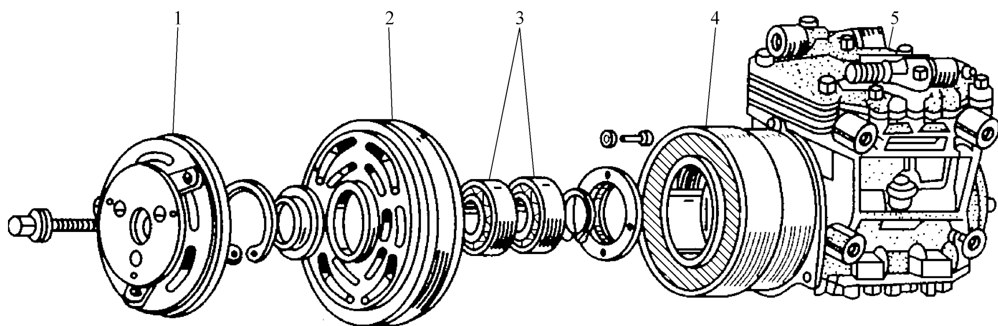
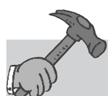


图 3-14　电磁离合器分解图

1—压盘　2—转子　3—转子轴承　4—定子　5—压缩机



3-184 固定线圈式电磁离合器的结构和工作原理是怎样的？

固定线圈式电磁离合器的结构如图 3-15 所示。电磁线圈安装在压缩机端盖上不转动，转子靠轴承和卡簧保持在电磁线圈上面，转子的外形即为带盘。衔铁（离合器板）装在压缩机曲轴的端头。**固定线圈式电磁离合器主要由带轮、电磁线圈、压力盘、轴毂总成组成，电磁线圈的一端搭铁，另一端经空调继电器与电源相连**。当接通空调开关时，空调继电器接通，压缩机的电磁线圈通电，产生较强的磁场，使压缩机的电磁离合器从动盘和自由转动

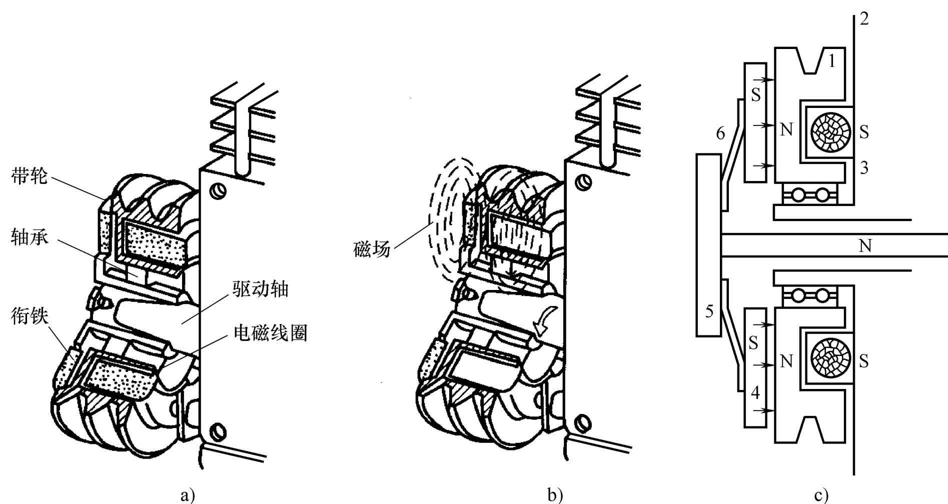


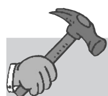
图 3-15　固定线圈式电磁离合器的结构

a）电磁离合器分离　b）电磁离合器接合　c）工作原理

1—带轮　2—压缩机壳体　3—电磁线圈　4—摩擦板　5—压力盘　6—弹簧爪

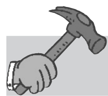


的带轮吸合，从而驱动压缩机主轴旋转，制冷系统工作。空调继电器断电时，切断了电磁离合器线圈的电流，磁场消失，此时靠弹簧作用把从动盘和带轮分开，使压缩机停止工作。如图 3-15 所示，其左侧的电磁离合器从动盘 5 与压缩机主轴是通过花键联接的，从动盘上固定了几个弹簧爪 6，弹簧的另一端固定在摩擦板 4 上，线圈 3 固定在压缩机壳体 2 上，带轮 1 装在轴承上，可自由转动。当电流接通时，摩擦板和带轮变为一体，压缩机开始运转；当电流切断时，弹簧使摩擦盘和带轮分开，压缩机就停止运转。



3-185　旋转线圈式电磁离合器与固定线圈式离合器的区别在哪里？

旋转线圈式电磁离合器的工作原理与固定线圈式离合器相同，但电磁线圈位置不同。在旋转线圈式结构中，电磁线圈是转子的一部分，与转子一起转动，电流通过装在压缩机上的电刷流到电磁线圈中，建立磁场。磁场使吸铁与转子接触，由衔铁、转子和线圈组成的整个电磁离合器装置的转动以带动压缩机的转动。这两种电磁离合器在衔铁及转子上都开有几条集流槽，以利于聚集磁场，增加两者的吸引力。



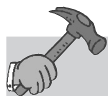
3-186　电磁离合器的使用注意事项有哪些？

① 由于电磁离合器的接合与脱开是高速进行的，在吸铁板和转子表面会有很多离合的痕迹。这些痕迹对工作不会造成危害，是允许的。

② **对电磁线圈要施加合适的电压。**对于 12V 电压的电磁线圈，若加在 6V 电压的系统中，则不能产生足够的磁场，会使吸铁打滑，缩短离合器寿命，并降低制冷量。反之，若把一个 6V 的线圈加到 12V 电压的系统中，线圈寿命将缩短。

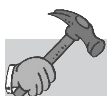
③ **线圈和转子之间的间隙很重要**，线圈与转子应靠得尽量近，以便获得更强的磁场作用，但是此间隙不能过小，以免转子拖曳线圈（对定圈式离合器而言）。

④ **转子和吸铁之间的间隙也很重要。**假如此间隙太小，当离合器脱开时，转子要拖曳吸铁。但假如此间隙太大，则当离合器工作时，它们之间接触太少。这两种状态都可以造成离合器性能不良。它们两者之间的合理间隙应该是当离合器无电流时，两者不发生拖曳现象；当离合器有电流时，能保证不发生打滑现象。



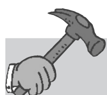
3-187　为什么在空调制冷系统中必须有自动控制机构？

汽车空调控制系统中的高、低压力开关是一种自动保护装置，其本身并不能调节压力大小，但也属于压力控制部件。如果汽车空调系统中没有压力或温度的控制调节元件，那么在正常状态下，车内温度会越来越低，蒸发器的温度会降到结冰温度 0℃，在蒸发器周围积聚的水蒸气会结冰，并逐渐把空气流道堵死；这样，冷量无法带到车内，虽然制冷系统仍能正常工作，但车内温度反而升高。此时，唯一的办法是使压缩机停止工作，让蒸发器外面的冰逐渐融化，待冰融化完再开启压缩机。这样在行驶过程中需要频繁地停、开压缩机。事实上，驾驶人不可能准确地确定什么时候关机，什么时候又要开机，因此在制冷系统中必须有自动控制机构。



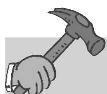
3-188 如何实现制冷系统的温度和压力控制？

实现制冷系统自动控制可用温度控制或压力控制的办法，防止蒸发器压力低于规定值（一般蒸发压力下限在152～207kPa），从而避免蒸发器温度低到使空气中的水蒸气结冰的状态。因为制冷剂在饱和状态，温度和压力有着一一对应的关系。这种控制机构称为吸气压力调节器，装在蒸发器与压缩机之间。制冷剂通过任何形式的吸气压力调节器都不会完全停止流动，这是因为有一个旁通管路可保证少量制冷剂及冷冻机油得到循环。



3-189 汽车空调系统中常用的吸气压力调节器有哪些类型？

用在汽车空调系统中的吸气压力调节器种类很多，如蒸发压力调节器（EPR）、导阀控制蒸发压力调节器（POEPR）、吸气节流阀（STV）、导阀控制阀（POASTV）和组合阀（VIR）等。这些机构有的自成一个独立总成，有的则与压缩机组成一体。



3-190 蒸发压力调节器（EPR）的结构和控制过程是怎样的？

蒸发压力调节器（Evaporator Pressure Regulator，EPR）是一种全自动吸气压力控制装置。美国克莱斯勒公司的部分汽车上采用了EPR。EPR有两种，一种装在蒸发器与压缩机之间的管路上，另一种装在压缩机内紧挨着吸气阀后面。其目的是将压缩机吸气压力保持在设定范围，防止蒸发器结霜。一般设定的蒸发压力在152～180kPa，压缩机的进口压力在104kPa左右，这个压力会随着蒸发器热负荷的大小而改变。

如图3-16所示，EPR主要由金属波纹管、活塞、弹簧等组成，在管路中形成了一个可调节制冷剂流量的阀门。蒸发压力调节器的平衡点是控制弹簧压力与蒸发压力共同作用的结果。

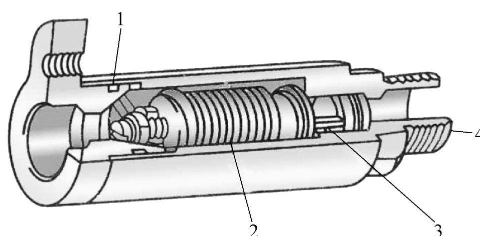


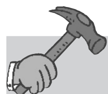
图3-16 蒸发压力调节器（EPR）
1—密封圈 2—金属波纹管 3—主阀 4—接口

装于压缩机内的EPR是圆柱形结构，有一片膜片能防止制冷剂泄漏。当蒸发压力增加时，此压力作用在膜片上方克服控制弹簧的压力，使阀离开阀座，从而使从蒸发器到压缩机的制冷剂流量增加；当蒸发压力下降时，控制弹簧便把阀压向阀座，从而限制来自蒸发器的制冷剂流量，这时蒸发压力将增加，直到把阀重新打开。

蒸发压力调节阀不断地打开和关闭，直到蒸发压力与弹簧压力平衡为止，然后保持在某一位置，直到蒸发器热负荷或者压缩机转速改变，达到一个新的平衡点。

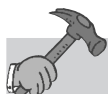
EPR装在压缩机吸气阀的后面，更换时可以很方便地取出。阀内有一条油道接通吸气管与压缩机曲轴箱，因为油被制冷剂带出压缩机，而这条油道使油又能回到压缩机。另外，

这条油道向压缩机曲轴箱施加压力，能防止曲轴箱压力低于正常的大气压力，以免空气通过曲轴密封件进入系统。



3-191　导阀控制蒸发压力调节器（POEPR）相比 EPR 作了哪些改进？

导阀控制蒸发压力调节器（POEPR）是标准 EPR 的改进型。**它的性能与 EPR 相同，不同点仅在于 POEPR 阀内有个导阀用于控制主阀。**这种导阀能提供更精确的控制，使蒸发器能在更低的平均温度下工作而不发生结冰现象。与 EPR 一样，POEPR 也被安装在压缩机吸气阀的后面，更换非常方便。



3-192　吸气节流阀（STV）的结构和工作原理是怎样的？

吸气节流阀（Suction Throttling Valve，STV）的安装位置如图 3-17 所示。**吸气节流阀也是用来防止蒸发器温度过低造成冷凝器结冰的，它能将蒸发压力保持在规定值内，一般为 200～207kPa。**

在吸气节流阀（STV）中，大气压力和弹簧压力在膜片的一侧，另一侧是蒸发压力，两方面保持平衡，弹簧压力用绳索或真空控制，后者用得较多。STV 的结构如图 3-18 所示。

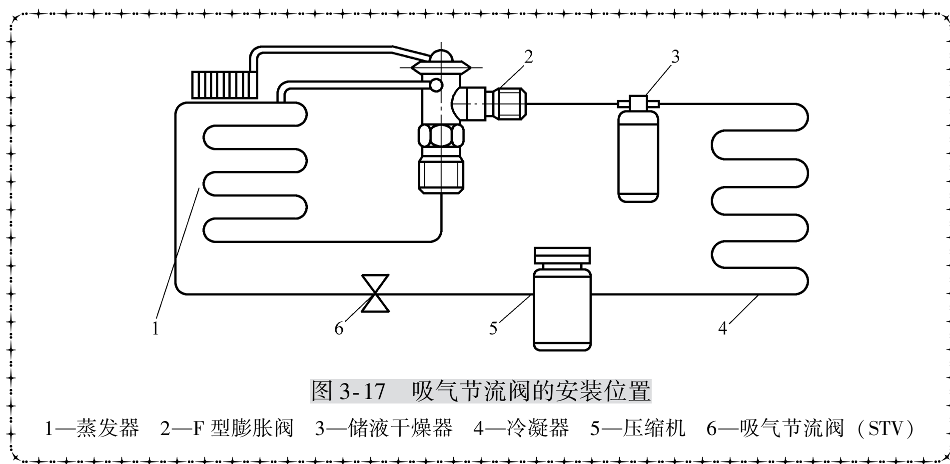


图 3-17　吸气节流阀的安装位置

1—蒸发器　2—F 型膨胀阀　3—储液干燥器　4—冷凝器　5—压缩机　6—吸气节流阀（STV）

当蒸发压力高于设定值时，超过部分的压力作用到阀的活塞上，然后通过在活塞上的小孔作用到膜片下方，当这个压力大到足以克服弹簧压力时，将阀的活塞打开。活塞一打开，这部分过量的蒸发压力就释放了，蒸发压力下降，弹簧压力又促使活塞向关闭位置移动。活塞不停地开和关，直到蒸发压力与弹簧压力平衡为止。活塞停在这个平衡位置直到蒸发器负荷或压缩机转速改变。

STV 工作的最小压力用调整螺钉来调定，而最大工作压力靠驾驶人调节安装在仪表板上的控制旋钮来达到。最小工作压力值是为了防止在未到达应该动作的压力时阀就动作。

膜片的作用是将阀内部与大气隔开。有一条油旁通回路把 STV 与蒸发器连通起来，在

某些条件下，油能流到蒸发器。为了清除蒸发器中多余的油，STV 中有一个检查阀，或者安装了与热力膨胀阀的外平衡管相通的通道。

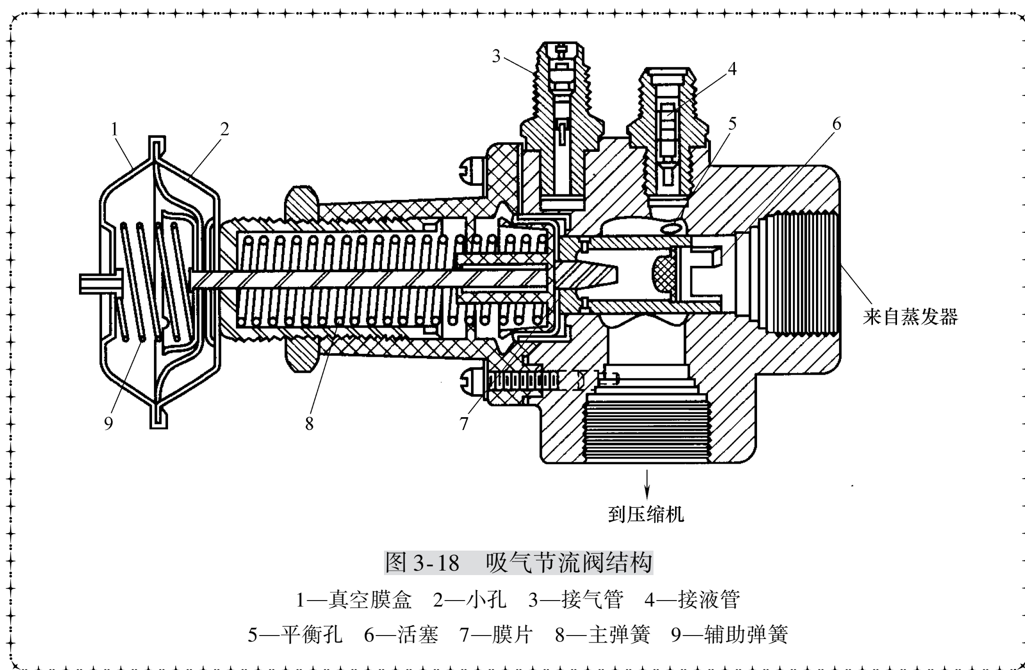
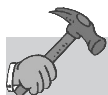


图 3-18　吸气节流阀结构
1—真空膜盒　2—小孔　3—接气管　4—接液管
5—平衡孔　6—活塞　7—膜片　8—主弹簧　9—辅助弹簧



3-193　导阀控制吸气节流阀（POASTV）的结构是怎样的？

导阀控制吸气节流阀（Pilot Operated Absolute Suction Throttling Value，POASTV）**能将蒸发压力保持在预定的水平，且比其他类型的阀控制精度高，能把蒸发压力调节精度提高到±3.4kPa。**

POASTV 取消了 STV 中的膜片。阀中有一个导阀，能使阀的压力达到绝对零压，这个压力是与蒸发压力相对抗的。若导阀调整不合适或者坏了，整个阀就需要更换。阀的进口端有一个试验口，供测量时连接歧管表低压端。阀上还有两个孔，用以连接油路和膨胀阀的外平衡管。

POASTV 的工作不依靠弹簧弹力或大气压力，其结构如图 3-19 所示。一个铜的波纹管控制一个小的细阀从而控制一个大活塞。当周围压力降到低于 200kPa，即压力系统吸气时，波纹管膨胀。当这个压力增加到某一定值时，波纹管收缩，并打开针阀，此时波纹管周围的压力下降。当压力充分下降时，波纹管又膨胀。

由于压缩机在 POASTV 出口侧的吸气作用，在出口侧产生了一个稍低于阀内压力的压力。当波纹管膨胀时，活塞顶部的压力增加，直到此压力与活塞底部的压力相等，弹簧压力把活塞推向紧闭位置。当波纹管收缩时，活塞顶部的压力下降，活塞下侧比较高的压力就将活塞顶开。POASTV 的工作是否合适，可用歧管压力计方便地检查出来。阀的工作与大气压力无关，因此这种形式的阀不需要高度补偿。



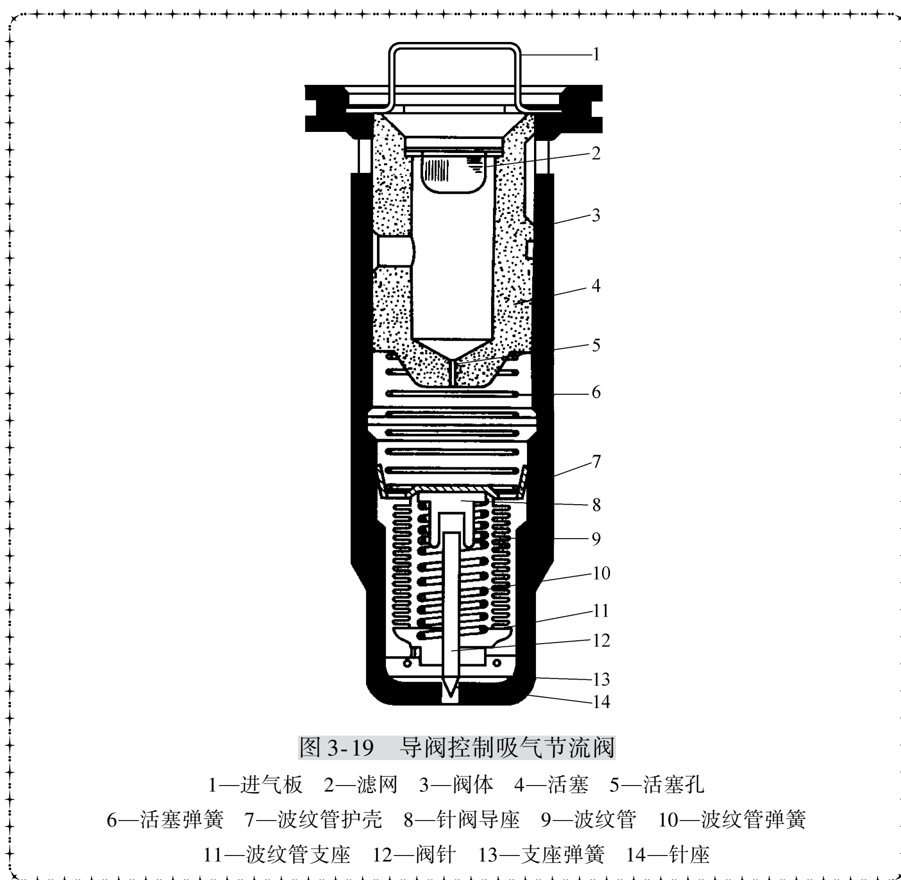
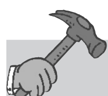


图 3-19　导阀控制吸气节流阀

1—进气板　2—滤网　3—阀体　4—活塞　5—活塞孔
6—活塞弹簧　7—波纹管护壳　8—针阀导座　9—波纹管　10—波纹管弹簧
11—波纹管支座　12—阀针　13—支座弹簧　14—针座



3-194　组合阀（VIR）的结构和作用是怎样的？

组合阀(Vales Is Receiver，VIR)的安装位置如图 3-20 所示，它由**导阀控制吸气节流阀（POASTV）、热力膨胀阀（TXV）和储液干燥器组合而成**(图 3-21)。在不少高级轿车（如奥迪 100）上可见到这种结构。

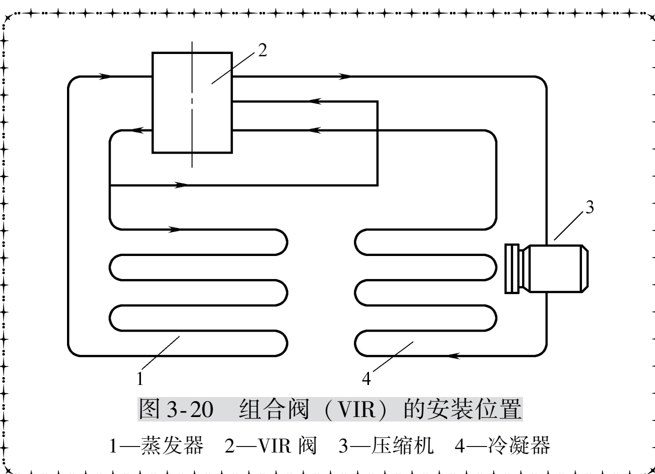


图 3-20　组合阀（VIR）的安装位置

1—蒸发器　2—VIR 阀　3—压缩机　4—冷凝器

VIR 总成装在靠近蒸发器的地方，蒸发器的进出管都与 VIR 相连，取消了 TXV 的外平衡管及感温包，TXV 的膜片端直接暴露在从蒸发器出来进入 VIR 的制冷剂蒸气中。在 POASTV 与 TXV 之间有一个小孔，起到相当于外平衡管的作用，干燥器在储液罐壳体内，

是可以更换的。一根带有滤网的液体吸出管伸到罐底，滤网用来防止脏物进入系统，在TXV的进口管处有两块可更换的视液玻璃。

液体制冷剂从冷凝器通过VIR系统流向蒸发器，进入VIR的液体制冷剂落到储液罐底部，而制冷剂蒸气则在顶部。制冷剂碰到干燥剂，将被吸收掉所有的水分。

液态制冷剂通过滤网和吸出管直接进入TXV下面的入口，如图3-22所示。它控制了进入蒸发器的流量，也就是说它根据蒸发器的热负荷条件调节制冷剂流量。进入蒸发器的液体制冷剂吸收了热量就变成蒸气，制冷剂蒸气离开蒸发器后回到VIR，到达POASTV的入口处。POASTV用于调节流向压缩机的蒸气流量，到达压缩机的制冷剂蒸气量根据蒸发压力确定。从POASTV的出口将低压制冷剂送向压缩机，然后被压缩成高压蒸气，再进入冷凝器，在冷凝器中气体放出热量又变成高压液体，就这样完成了一个循环。

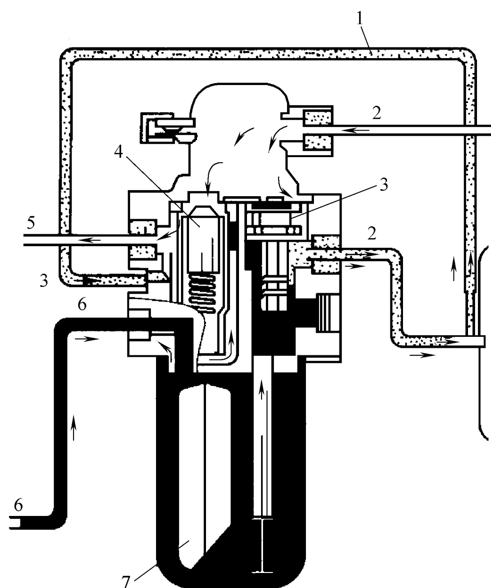


图3-21　组合阀

1—溢流管　2—蒸发器接管　3—膨胀阀
4—吸气节流阀　5—压缩机接管
6—冷凝器接管　7—储液干燥器

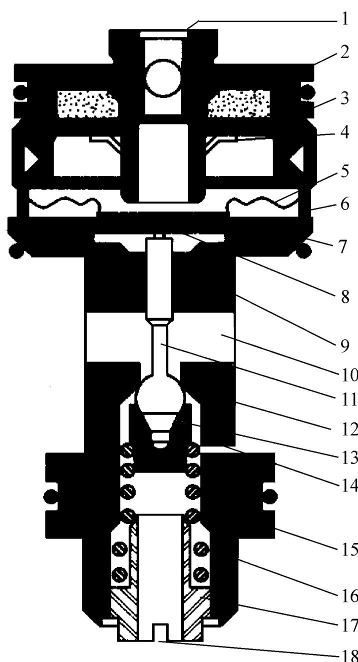


图3-22　组合阀中的膨胀阀

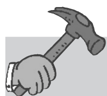
1—膜盒盖　2—活性炭　3—滤层　4—保持架
5—膜片　6—平衡孔　7—膜片底
8—密封支承环　9—活塞密封圈　10—阀出口　11—活塞
12—阀座　13—弹簧座圈　14—溢流孔　15—阀体
16—弹簧　17—螺栓　18—阀进口

在VIR组件顶部有一个类似气门芯的接头，这个接头放在蒸发器的出口和POASTV的入口处。检查蒸发器压力时，只需将歧管表的低压管接到这个接头上即可。

VIR组件应将蒸发器的压力保持在207kPa，这个压力足以将蒸发器芯的温度保持在0℃左右。压力过低会引起蒸发器表面结满冰霜而使气流不能通过，压力过高（高于207kPa）

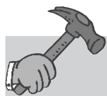


会使制冷量不足或者说制冷效率降低。



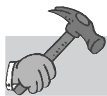
3-195　汽车空调的真空源来自何处？ 其结构是怎样的？

汽车上的真空源来自发动机进气歧管。随着发动机工作状态的改变（进气压力改变），真空源是在不断变化的。为保证在各种发动机工况下系统都有稳定的最大真空度，真空系统中必须配备真空罐、止回阀或止回继动器。



3-196　汽车空调系统中真空驱动器的作用和类型是怎样的？

真空驱动器又称真空马达，实际上是一种带膜片的真空盒，由于它能传送位移，所以称真空马达。有的真空膜盒自带弹簧。**真空驱动器的作用是根据真空度的变化而进行机械动作，**用来控制风门和热水阀。目前汽车上所用的真空驱动器一般有两种类型：单膜片式真空驱动器和双膜片式驱动器。



3-197　单膜片式真空驱动器的结构是怎样的？

单膜片式真空驱动器的结构如图 3-23 所示，真空接口通过胶管连接真空源，连杆连接风门。当真空源接通时，膜片压缩弹簧提起连杆；当真空源被断开时，弹簧伸张使膜片带动连杆复位。**该类真空驱动器通常用来控制全开或全闭的风门。**

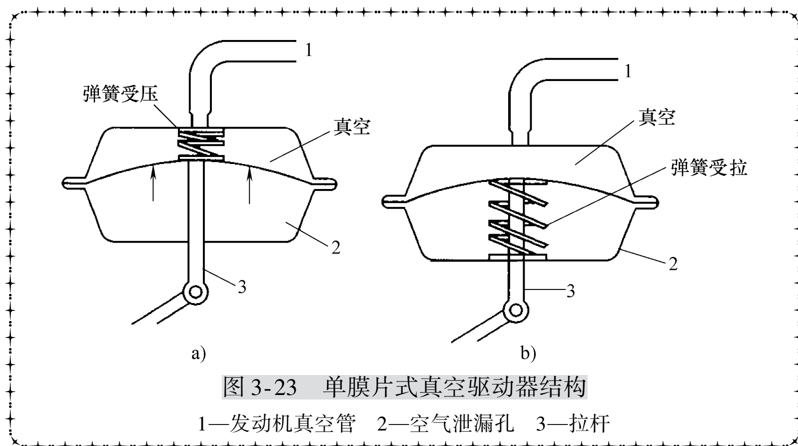
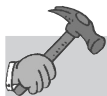


图 3-23　单膜片式真空驱动器结构

1—发动机真空管　2—空气泄漏孔　3—拉杆



3-198　双膜片式真空驱动器的结构是怎样的？

双膜片式真空驱动器结构如图 3-24 所示，当只有 A 室有真空作用时，膜片带动连杆提到一半的位置。当 A 室和 B 室同时有真空作用时，连杆被提到极限位置。当 A 室和 B 室都无真空作用时，连杆处于最下端。因此，**采用双膜片式真空驱动器控制的风门有三个位置：**

全开、全闭、半开闭。其也可以同时控制两个风门，一个打开、一个关闭，或者两个同时半开闭。

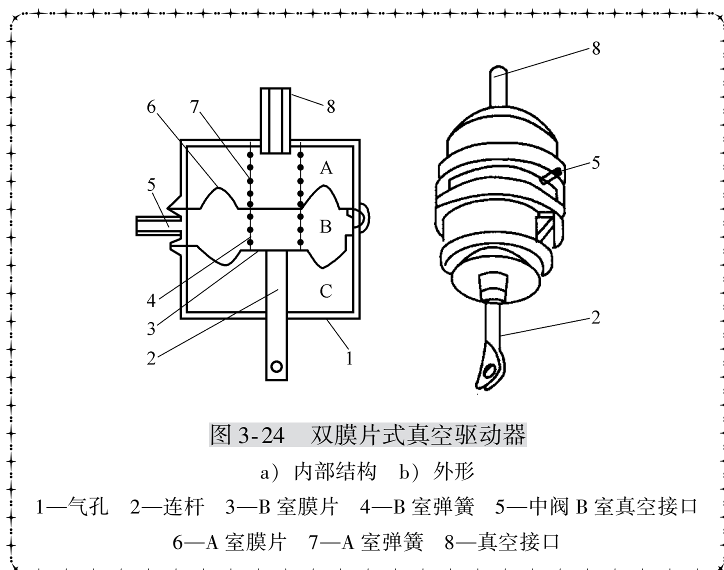
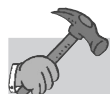


图 3-24 双膜片式真空驱动器

a）内部结构 b）外形

1—气孔 2—连杆 3—B 室膜片 4—B 室弹簧 5—中阀 B 室真空接口

6—A 室膜片 7—A 室弹簧 8—真空接口



3-199 汽车空调采暖系统加热器控制一般有几种类型？

控制进入加热器的液体的流量方式一般有两种：一种是拉绳钢索式控制阀，如图 3-25 所示；另一种是真空开关阀。目前自动空调系统中采用的多为后者。

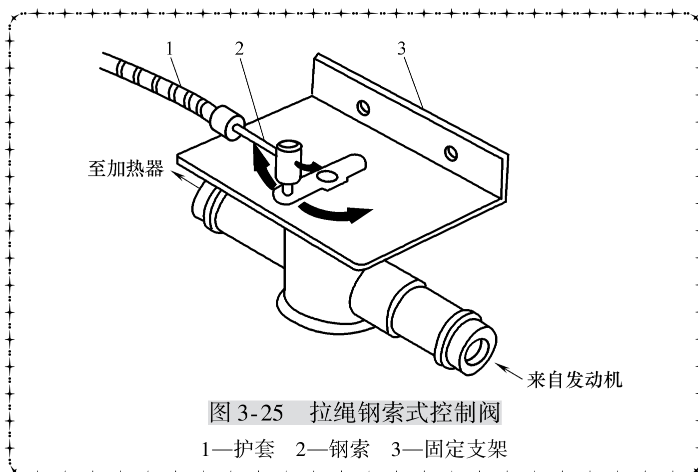
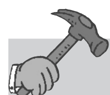


图 3-25 拉绳钢索式控制阀

1—护套 2—钢索 3—固定支架



3-200 真空开关阀的构造和控制原理是怎样的？

真空开关阀的构造如图 3-26 所示，阀门的开启和关闭受一个封闭的真空膜盒控制。其



真空源一般来自发动机进气歧管且经过真空加力器（真空罐）。

采暖时，真空膜盒的右侧与真空管路相通，膜片受到真空引力，克服弹簧力作用带动活塞右移，来自发动机冷却系的冷却液就进入加热器，在鼓风机的风扇作用下，热空气就进入驾驶室，系统处于供暖状态，如图 3-26c 所示。当真空膜片盒中的真空源被切断时，弹簧力推动膜片左移，冷却液的通路被切断，驾驶室不采暖，如图 3-26a 所示。当膜片右侧处于半真空时，真空吸力与弹簧力的共同作用使活塞处于半开状态，冷却液会以较小的流量通过，如图 3-26b 所示。

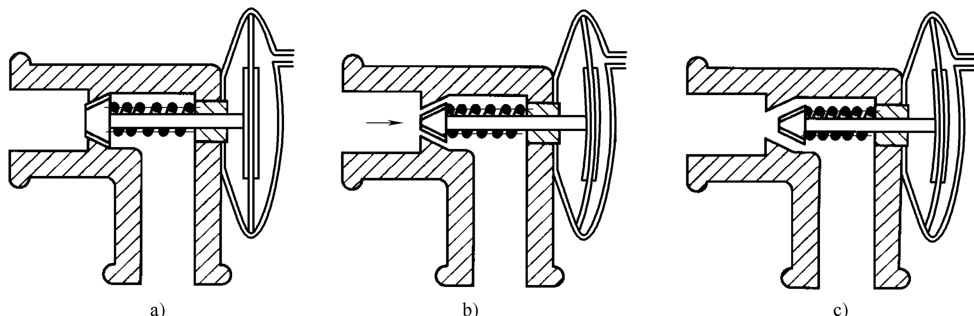
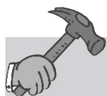


图 3-26　真空开关阀的构造

a）无真空作用　b）有部分真空作用　c）全真空作用



3-201　真空罐的作用和结构是怎样的？

真空罐的作用是稳定来自进气歧管的真空度。因为当发动机工作时，其进气管中的真空度会在 0.101 ~ 33.7kPa 波动，这会影响由真空控制的工作系统的调控精度，因此必须进行稳压。

真空罐的结构如图 3-27 所示，主要由真空室和真空保持器组成。整个真空室是一个金属罐，里面是一个真空保持器，工作过程如下：

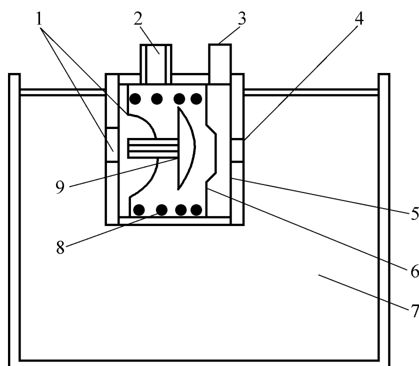
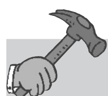


图 3-27　真空罐结构

1、4—气孔　2—发动机歧管接口　3—真空出口　5—真空保持器　6—膜片　7—真空罐　8—弹簧　9—空心膜阀

真空保持器被空心膜阀和膜片隔成三个腔。发动机进气管与中腔相连，右腔分别与真空室和真空执行系统相连。当发动机进气管的真空度大于真空罐的真空度时，由于空心膜阀右移而接通真空室，使其真空度提高，同时膜片克服弹簧的弹力左移，使真空室与真空执行系统的气口打开，形成通路；当发动机进气管的真空度小于真空罐时，空心膜阀外面压力将其压扁，关闭与真空室的通路，同时膜片右移，关闭气口。如此反复，保持真空罐内的真空度为一恒定值。



3-202 汽车空调上的模式门是指什么？

模式门是指在汽车空调仪表板上有许多模式开关（按钮），用来人为地控制各种模式的风门开闭。汽车空调模式门有除霜门、内外进风门（指内、外风循环）、暖风/冷风出风门、中央风门和足向风门等，可用绳索操纵，也可用真空操纵（近年来发展到用电动机操纵）。图3-28所示是桑塔纳2000GSi轿车空调风门真空线路。

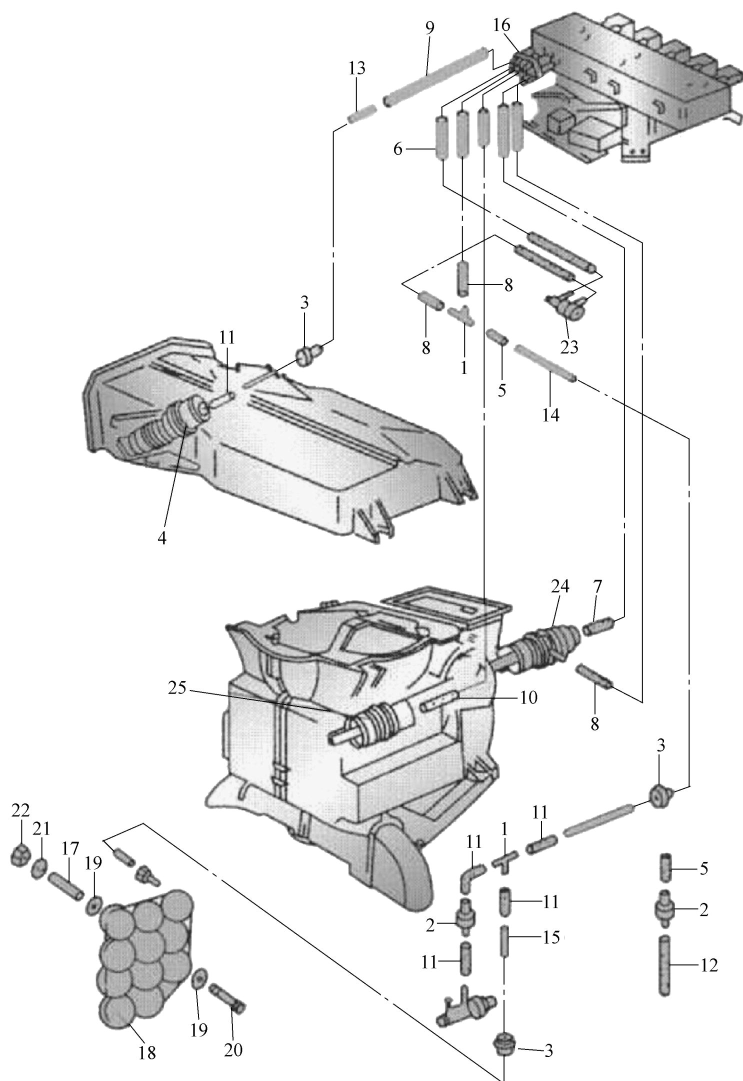
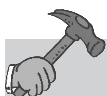


图3-28　桑塔纳2000GSi轿车空调风门真空线路图

1—三通管　2—单向阀　3—橡胶圈　4—进风罩真空阀　5～12—真空软管　13～15—真空钢管　16—真空管接座　17—套管　18—真空罐　19、21—垫圈　20—螺栓　22—螺母　23—四通管　24—除霜及中央风门真空阀　25—脚向风门真空罐



3-203　汽车空调真空式模式门是怎样进行控制的？

图 3-28 所示是桑塔纳 2000GSi 轿车空调风门真空线路。其中，真空来自发动机（通过制动加力泵）或真空储气罐，真空储气罐上设有单向阀以防止真空罐中的真空倒流向发动机。真空通向选择按钮开关和真空开关。**当按下所要选择的模式门按钮后，开关处的真空就按需要分别流向除霜门、足向风门和外进风门等处的真空阀，真空阀的拉杆拨动这些风门动作，它只有开和关两种动作。**当汽车空调手柄拨到取暖位置时，与手柄相接触的真空开关被推开，真空通过真空开关至外循环模式按钮开关处，接着通向进风罩真空阀，将外进风门打开，新鲜空气即进入车内。不论外循环模式按钮是否按下，只要冷暖拨杆拨至取暖模式，即自动转入外循环模式。图 3-29 为风门控制示意图。

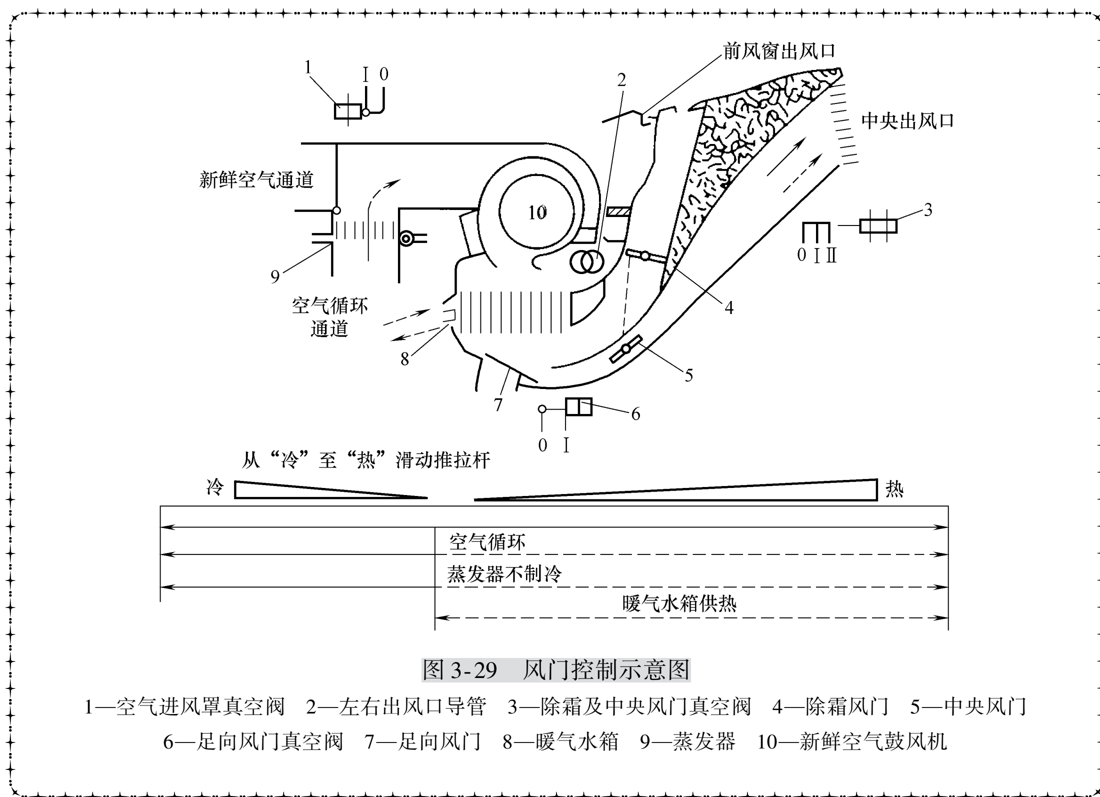
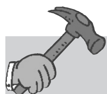


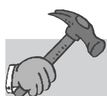
图 3-29　风门控制示意图

1—空气进风罩真空阀　2—左右出风口导管　3—除霜及中央风门真空阀　4—除霜风门　5—中央风门　6—足向风门真空阀　7—足向风门　8—暖气水箱　9—蒸发器　10—新鲜空气鼓风机



3-204　为什么空调真空控制系统要设置真空止回阀？

正常的真空系统有一个**真空止回阀**或止回继动器，**用于防止发动机进气歧管的真空度低于动作所要求的值**。真空单向阀或止回继动器通常放在真空罐和真空源之间的管路上。



3-205 单向阀的结构和控制过程是怎样的？

当发动机进气歧管中的真空度高于真空罐中的真空度时，单向阀打开，即单向阀是靠发动机的真空度打开的。此时，单向阀把真空罐连通。正常的发动机真空度也打开了真空膜盒（图3-30），使控制系统中的真空信号到达真空马达。若发动机的吸气真空度低于真空罐的压力，单向阀关闭，真空膜盒也关闭，控制器到真空马达的回路中断，真空罐中的真空度不会下降。

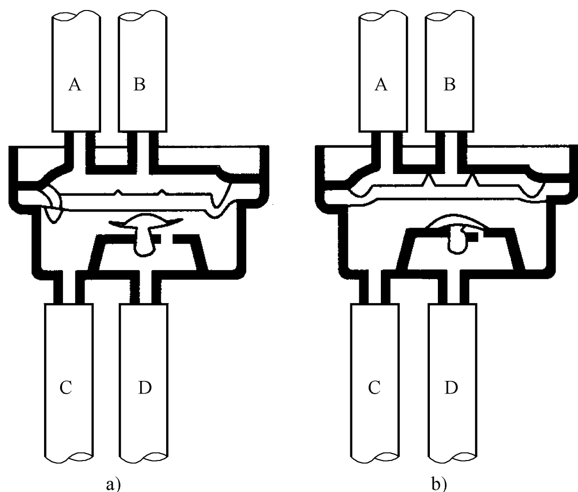
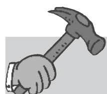


图3-30 真空单向阀

a）单向阀打开 b）发动机真空度下降

A—到真空马达 B—来自转换器的真空 C—发动机真空 D—单向阀真空

图3-30a表示发动机真空度使单向阀打开，来自转换器的真空信号到达真空马达；图3-30b表示发动机真空度下降时，弹簧使膜片上抬，使真空马达保持一定的真空度。在加速或发动机停转时，发动机进气歧管中的真空度会下降，此时真空罐被用来驱动汽车空调系统及汽车上其他附属设备中的真空元件动作。



3-206 汽车空调旁通电磁阀的结构和控制原理是怎样的？

旁通电磁阀实际上是一种开关式自动阀门，安装在压缩机高、低压管路之间。**其作用是在压缩机高速运转，蒸发器出口温度低于0℃时，将压缩机高压侧出来的制冷剂的一部分直接返回到压缩机低压侧，蒸发器的制冷剂量因此减少，制冷能力减弱，防止蒸发器表面结冰。**在制冷系统正常运行时，旁通电磁阀处于关闭状态，让制冷系统有足够的制冷剂循环，以最大的制冷量工作。

旁通电磁阀的构造如图3-31所示，它由外壳、弹簧、线圈、铁心、阀杆、阀芯、阀座等组成。其工作过程是：由空调放大器和热敏电阻发出信号。控制电磁阀线圈电路通断动作，当蒸发器温度为0℃时，热敏电阻将感受的信号传送到放大器，放大器就发出信号使继电器开关接通，

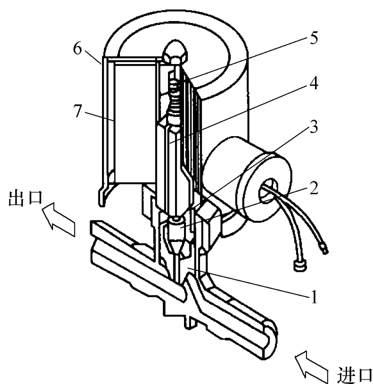
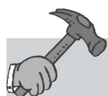


图3-31 旁通电磁阀

1—主阀 2—阀芯 3—阀杆 4—铁心 5—弹簧 6—线圈套 7—线圈

电磁线圈通电，使铁心升起，打开阀门通路，让一部分高压气体进入蒸发器出口，蒸发压力升高，蒸发温度上升，避免蒸发器表面结冰。当温度上升到5～7℃时，放大器和热敏电阻发出信号，使电磁线圈断电，旁通电磁阀则关闭，制冷系统又以正常的制冷状态工作。

此控制装置使用的是负温度特性的热敏电阻，热敏电阻的电阻值输送到放大器，并经放大后变成直流信号，以指挥继电器的开关动作，控制旁通电磁阀的工作状态，从而保证空调制冷系统的正常工作。



3-207　汽车空调油分离器的结构和作用是怎样的？

在大、中型汽车空调压缩机工作过程中，一部分冷冻机油因受高温的影响也随着汽化，混合在制冷剂中排出。当其进入冷凝器和蒸发器后，就会在管壁上凝结成一层油膜，油膜的热导率很小，这样会导致冷凝器和蒸发器的传热效率降低，从而降低了制冷效率。特别是回转式制冷压缩机（如螺杆式压缩机等），其冷冻机油不仅起润滑作用，而且还起密封和冷却作用，所以一般喷油量较大。因此，**制冷剂气体中的冷冻机油应当在压缩之后设法排回压缩机，而油分离器起的正是这个作用。**

图3-32所示是油分离器的结构。它安装在压缩机和冷凝器之间，由筒体、滤网、浮球阀、进气管、排气管及手动回油阀等组成，一般在大型豪华客车或列车上才采用此装置。

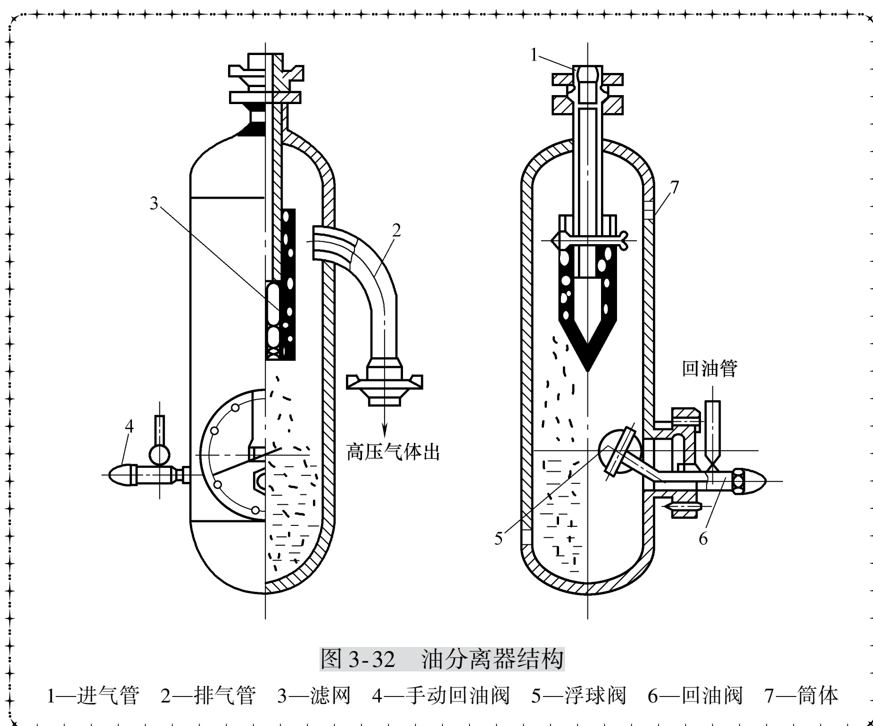
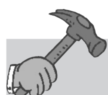


图3-32　油分离器结构

1—进气管　2—排气管　3—滤网　4—手动回油阀　5—浮球阀　6—回油阀　7—筒体

油分离器的工作过程如下：当压缩机排出的高压气体进入油分离器时，由于通路面积突然增大，气体流速突然降低，流动方向发生变化（因进、排气管的方向不同），以及由于油分离器内滤网的阻挡，所以气体中夹带的油蒸气和油滴因密度大而与气体分离，聚积在容器

的底部，只有极少量混在气体中被带到冷凝器和蒸发器中去。当油分离器底部聚集的冷冻机油量足够使浮球浮起时，浮球阀门被打开，积存的油便被压回到压缩机的曲轴箱里，使压缩机的油位能保持正常，确保它安全运转。当油分离器中油量减少后浮球也随着降低，在油位下降到一定位置时，浮球阀即自动关闭。



3-208 汽车空调常用温度传感器的结构和作用是怎样的？

汽车空调常见的温度传感器有3种：车内传感器、风道传感器和车外传感器。近年来有的系统中还加入了阳光传感器。车内传感器通常被安放在车内能感受到车内平均温度的地方，风道传感器要放在能感受到从蒸发器或加热器出风的地方，车外传感器一般放在新风进口等能感受到大气温度的地方，阳光传感器则放在仪表板前能够感受到太阳辐射的地方。

奥迪100轿车的车内温度传感器安放在仪表板中，有微型抽风机将少量车内空气吸入，使其通过温度传感器，如图3-33所示。

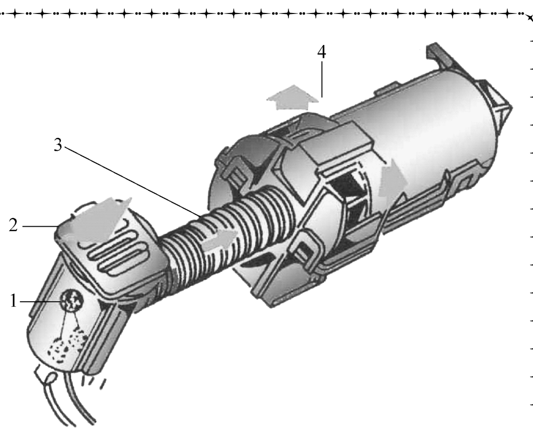
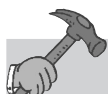


图3-33 温度传感器（奥迪100）

1—温度传感器 2—空气进口 3—连接软管 4—微型抽风机

这些传感器的相同之处在于对微小的温度变化都很敏感。温度传感器主要采用负温度特性热敏电阻，即温度升高时，电阻减小；温度降低时，电阻增大。



3-209 汽车空调所用的放大器与转换器的作用是怎样的？

放大器的作用是输出一个与从传感器来的输入电压成比例的放大电压。放大器由晶体管、电容器及电阻器组成。

转换器（也叫真空电磁阀）的作用是把来自放大器的电信号转变成真空信号，真空信号用来调节动力伺服机构。

转换器的结构如图3-34所示。它是根据来自放大器的电压的高低，改变铁柱的上下位置，从而调节通向伺服机构的真空信号的大小。

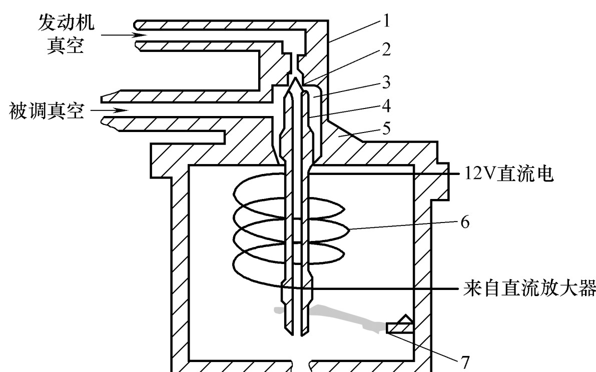
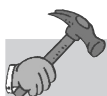


图3-34 转换器

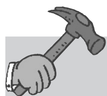
1—转换器架 2—二通针阀 3—标准气压 4—铁柱 5—橡胶隔膜 6—线圈 7—弹簧





3-210 动力伺服机构的结构和作用是怎样的？

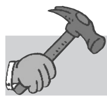
动力伺服机构的作用是把各种调温门（如热水阀）拨到所要求的位置。它由真空动力装置、放置真空阀、补偿门的连接机构（与调温门相连）等构成。



3-211 蒸发器温度控制器的作用和结构原理是怎样的？

蒸发器温度控制器简称温控器，又称为恒温器。除电-气动式温度控制装置外，一种最基本的也是最简单的温度控制装置是温度开关系统，它由恒温器和离合器回路组成。恒温器是汽车空调系统中控制温度的一种开关元件，通过感受蒸发器表面温度、车内温度、大气温度等（一般所指的恒温器感受的是蒸发器的表面温度）来控制压缩机的开与停，起到调节车内温度及防止蒸发器结霜的作用。恒温器一般放在蒸发器中或靠近蒸发器的冷气控制板上。

为了充分发挥蒸发器的最大冷却能力，同时又不致造成蒸发器表面的冷凝水（即除湿水）结冰、结霜而堵塞蒸发器换热片之间的空气通道，蒸发器表面的温度应当控制在 1～4℃。**温控器的作用就是根据蒸发器表面温度的高低，接通和切断空调压缩机电磁离合器线圈电路，使蒸发器表面温度保持在规定的（一般为 1～4℃）范围内。**



3-212 波纹管式温度控制器的结构和控制原理是怎样的？

波纹管式温控器又称为压力式温控器，常用在桑塔纳轿车和奥迪 100 型轿车空调系统中，其结构如图 3-35 所示，主要由感温管、波纹管、温度调节凸轮、弹簧、触点等组成。在感温管内充有制冷剂饱和液体，一端与温控器内的波纹伸缩管相连通，另一端插入蒸发器吸热片内 20～25cm。

当蒸发器温度较高时，插在其吸热片内的感温管的温度相应也较高，因此感温管内部制冷剂液体膨胀，压力相应较高而使波纹伸缩管伸长，推动与传动杠杆放大机构使触点 K 闭合，接通电磁离合器线圈电路使压缩机运转制冷，蒸发器温度开始下降，感温管温度随之下降，其内部制冷剂压力下降而使波纹伸缩管逐渐收缩。

当蒸发器温度下降到某一设定值（一般为 1℃）时，波纹伸缩管的收缩量通过传动杠杆放大机构使触点 K 断开，电磁离合器线圈切断，压缩机停止运转，制冷系统停止制冷，因此蒸发器温度开始上升。

当蒸发器温度升高到设定温度的上限值（一般为 4℃）时，温控器触点 K 再次闭合，压缩机重新运转制冷，蒸发器温度又重新降低。温控器和制冷系统如此循环工作，便可使蒸发器温度控制在设定的温度范围内。

在使用过程中，**转动温度调节凸轮可以改变弹簧的预紧力，从而改变蒸发器的温度调节范围。**对待感温管必须十分小心，不能将其弯成尖角或有划痕，假如感温管中的充注物泄漏，必须更换整个温度控制器。

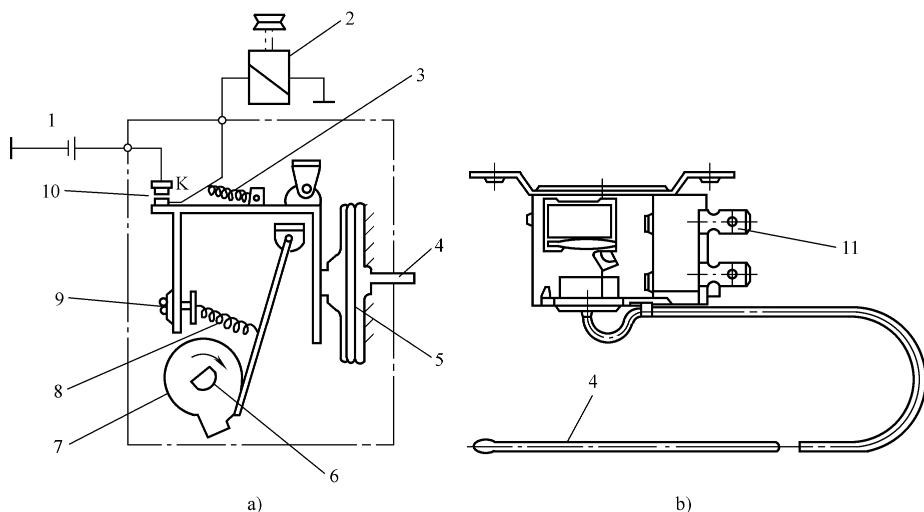
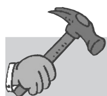


图 3-35　波纹管式温度控制器

a）原理图　b）外形图

1—蓄电池　2—空调电磁离合器线圈　3、8—弹簧　4—感温管　5—波纹伸缩管

6—凸轮轴　7—温度调节凸轮　9—调整螺钉　10—触点 K　11—接线插头



3-213　双金属片式恒温器的结构和控制原理是怎样的？

双金属片式恒温器没有毛细管，直接靠空气通过表面而进行工作。它的人工温度调整方法与波纹管式相同。双金属片式恒温器的工作原理如图 3-36 所示。它由两片对温度变化胀缩程度不同的金属片组成，上面有一个动触点，壳体上有一个定触点。在设定温度范围内，双金属片平伸，触点闭合，电流接通，压缩机电磁离合器吸合。由于温度变化，这两片金属产生不同的变形而弯曲，使触点分开，中断电磁离合器的电流，使压缩机停止转动。

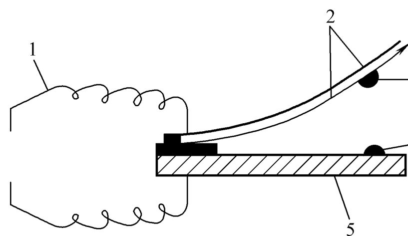


图 3-36　双金属片式恒温器的工作原理

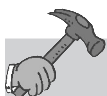
1—导线　2—双金属片　3—动触点

4—定触点　5—壳体

当冷空气通过恒温器时，引起恒温器中的双金属片的一片收缩成弓形。随着空气温度的不断降低，这片金属不断收缩，直到把触点分开。当温度增加时，另一片金属受热伸长，把触点拉回到一起。

双金属片式恒温器结构简单，价格便宜，但由于它必须放在蒸发器中，布置有一定困难。而波纹管式恒温器用一根长的毛细管感应温度，恒温器本体可布置在稍远的合适部位，布置方便。因此波纹管式恒温器比双金属片式恒温器应用广泛。





3-214 热敏电阻式温度控制器的结构和控制原理是怎样的？

热敏电阻式温控器又称为电子控制式温控器，常用在天津夏利和长安奥拓等微型轿车空调系统中，**由热敏电阻式蒸发器温度传感器、电子放大电路、电磁离合器继电器等组成。这种温控器具有反应迅速、控制精度高等优点。**图 3-37 所示为丰田航行者牌中型客车空调系统用电子温控器电路原理图。它主要由热敏电阻式温度传感器、四只晶体管 $T_1 \sim T_4$、电阻、电容和二极管等电子元器件以及一只继电器组成。

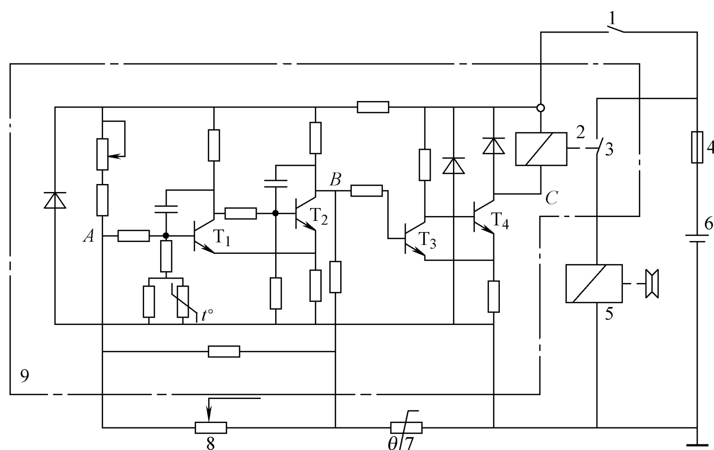


图 3-37　热敏电阻式电子温控器原理

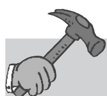
1—点火开关　2—继电器磁化线圈　3—继电器触点　4—熔丝　5—压缩机电磁离合器线圈　6—蓄电池　7—热敏电阻　8—温度调节电位器　9—电子式温控器

热敏电阻式温度传感器采用负温度特性的热敏电阻，具有温度升高电阻值减小、温度下降电阻值增大的特点。热敏电阻 7 安装在蒸发器空气出口一侧，以便感测蒸发器出口冷气的温度，温控器的设定温度由电位器 8 设定，触点常开型继电器磁化线圈 2 由晶体管 T_4 控制，继电器触点 K 串联在压缩机电磁离合器线圈电路中。

当蒸发器温度高于设定温度值时，热敏电阻阻值较小，温控器电路中 *B* 点电位较低，晶体管 T_3 截止，T_4 导通，继电器磁化线圈 2 通电，产生电磁吸力将触点 3 吸闭，接通电磁离合器线圈电路，使压缩机运转制冷，蒸发器温度开始下降。

当蒸发器温度下降到设定温度的下限值时，热敏电阻阻值增大，*B* 点电位升高，使晶体管 T_3 导通、T_4 截止，继电器磁化线圈电路切断、触点断开，使电磁离合器线圈电路切断，压缩机停止运转，蒸发器温度开始升高。当温度升高到设定温度的上限值时，温控器又会使压缩机运转制冷，蒸发器温度将再次下降。如此循环工作，便可使蒸发器温度控制在设定的温度范围内。

目前热敏电阻式温度控制器都采用了专用集成电路模块，其电路大大简化，安装调试更加方便，且提高了可靠性，但其基本工作原理是相同的。

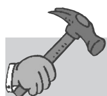


3-215 蒸发温度调节器（ETR）在空调系统中的作用是怎样的？

有的汽车如克莱斯勒汽车上采用蒸发温度调节器（简称 ETR）代替蒸发压力调节器，在自动温控系统中起作用。它的动作类似电磁截流阀，由一个安装在蒸发器后面的 ETR 电子开关控制蒸发温度调节器工作，这个开关含有一个插在蒸发器芯子中间的感温包。ETR 也安装在压缩机吸气阀里面，只能更换，不能维修。

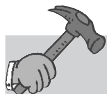
当系统正常工作时，蒸发温度调节器及其开关通常是打开的，但如果蒸发温度降至 1.67℃以下，蒸发温度调节器开关就会合上，调节器电流被接通，阀关闭，从蒸发器到压缩机的制冷剂就中断流动。

蒸发温度调节器与蒸发压力调节器的不同点在于蒸发温度调节器只有开与关两个位置动作，而蒸发压力调节器在开与关之间动作。



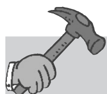
3-216 装有空调系统的车辆，为什么增加怠速稳定控制器？

当汽车临时停车和慢速行驶时，发动机处在小负荷或空载负荷运行工况。此时，非独立空调系统会出现由于压缩机所需转矩的增大，而使发动机负荷增大的矛盾，其结果会造成发动机怠速工况不稳定，甚至导致发动机熄火，影响汽车的低速和怠速性能。**为了保证汽车的怠速稳定性能，必须增加怠速稳定控制器，以保证在发动机怠速时能自动切断空调压缩机的离合器电路。**



3-217 常用怠速稳定控制器的作用是怎样的？

常用怠速稳定控制器有两种类型：一种是自动切断压缩机的离合器电路，停止压缩机运行，这样来减轻发动机的负荷，稳定发动机的怠速性能；**另一种是当发动机怠速还需要空调系统继续工作时，使发动机自动加大节气门开度，**以增加发动机的输出功率，并使发动机转速略有提高，达到带负荷的低速稳定运转的目的。



3-218 怠速继电器是如何实现怠速控制的？

怠速继电器的功能是当发动机处于怠速工况时，自动切断电磁离合器电路，停止发动机驱动压缩机来稳定发动机怠速工况。这种装置利用点火线圈的脉冲数作为转速控制信号，并将信号输入到怠速继电器的电路中。汽车空调系统的怠速继电器安装在点火线圈的初级低压负极上。

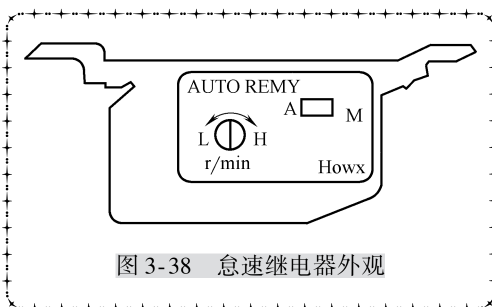
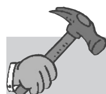


图 3-38　怠速继电器外观

如图 3-38 所示，它上面有一个怠速设定旋钮，预选转速由人工控制，一般把它调整到发动

机转速为 700～750r/min 时自动切断电路；950r/min 时再接通电路。如果不用怠速继电器，将档位拨至 M 处，即为人工控制。



3-219　怠速继电器的工作原理是怎样的？

图 3-39 所示为怠速继电器的工作原理图。发动机转速信号由接线柱 2 输入怠速继电器电路，电路中 VT_1、VT_2 及相应的阻容元器件组成一个频率/电压转换电路，送入的发动机转速信号经电阻 R_1、R_2、电容 C_1 衰减、滤波后由晶体管 VT_1 放大，放大后的脉冲电压又被电容 C_2、电阻 R_5 和二极管 VD_2 组成的微分电路微分，使其脉宽为一固定值，再经晶体管 VT_2 放大整形，经 R_7、C_3 滤波后再由 R_8、R_W 和 R_9 组成的分压电路两端得到一个电压幅值与输入脉冲频率成反比的直流电压。此电压经电位器 R_W 分压后送入由 VT_3、VT_4 组成的施密特触发器的输入端，用来控制触发器的导通和截止，然后再通过继电器 J 来控制压缩机电磁离合器电路的通断。

当发动机处于怠速运转时，点火频率较低，经频率/电压变换电路得到的直流电压较高，施密特触发器的输入电压也较高，则 VT_3 导通，而 VT_4 截止，继电器触点 J 分开，切断了电磁离合器线圈电路，压缩机停止工作。**当点火信号频率随着发动机转速升高而增加到一定值时，输入到施密特触发器的电压下降，**使 VT_4 导通，继电器触点 J 闭合，电磁离合器线圈通电，使压缩机工作。

电位器 R_W 可用于调节输入到施密特触发器的输入电压，即调节电磁离合器接通和断开时的发动机转速值，一般当发动机转速为 900～1100r/min 时接通，而转速为 600～700r/min 时断开。

该种怠速继电器具有“手动”和“自动”两个档位，一般情况下置于“自动”档位，当故障发生时，可以用“手动”档位进行替代。此时，继电器线圈的电流经手动开关搭铁而构成回路，压缩机将不再受发动机转速控制。

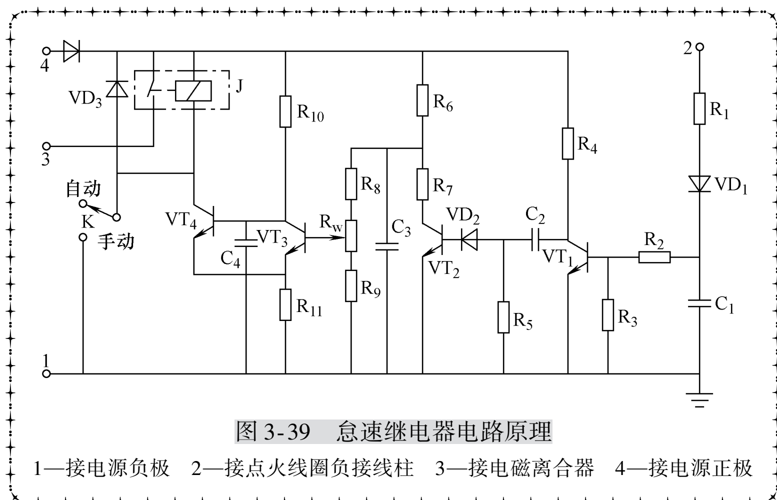
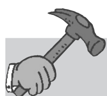


图 3-39　怠速继电器电路原理

1—接电源负极　2—接点火线圈负接线柱　3—接电磁离合器　4—接电源正极



3-220 如何检修空调继电器？

汽车空调控制系统中有冷凝器风扇继电器、鼓风机继电器以及主继电器等，它们的工作原理相同，检修方法相似。下面以最简单的四插脚继电器为例，说明继电器的检修方法。如图 3-40 所示，继电器的检测方法有两种。

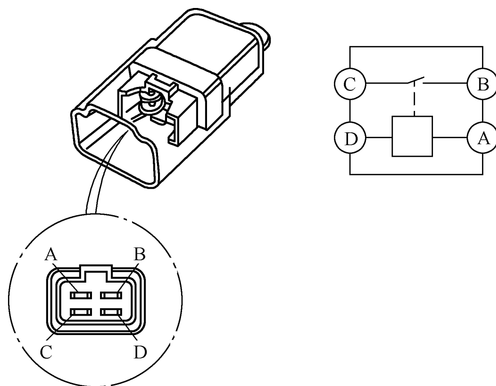


图 3-40 继电器的测试

（1）**静态检测**

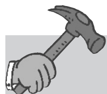
① 用万用表测量 A、D 之间的电阻，电阻值应为几欧到几十欧不等。

② 用万用表测量 B、C 之间的电阻，其阻值应为无穷大，否则应更换。

（2）**动态检测**

① 在 A、D 之间加上 12V 的电压，应听到“叭”的继电器吸合声。

② 用万用表测量 B、C 之间应导通，否则应更换。



3-221 发动机转速检测继电器是如何实现空调系统控制的？

为了确保发动机正常工作，有些汽车的空调系统还设置了**发动机转速检测继电器**，它的**作用是只有当发动机转速超过 800 ~ 900r/min 时，空调电路才会被接通**，而低于该转速时，继电器自动切断压缩机电磁离合器电路，空调不能开启，该继电器的转速信号也取自点火线圈。其控制电路如图 3-41 所示。

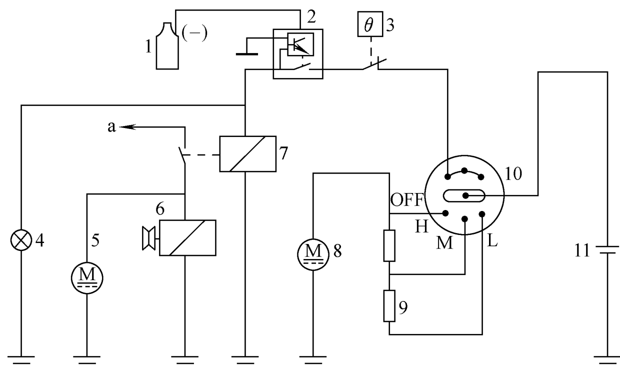
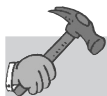


图 3-41 装有发动机转速检测继电器的空调电路

1—点火线圈 2—发动机转速检测继电器 3—温控器 4—压缩机工作指示灯 5—冷凝器冷却风扇电动机 6—电磁离合器 7—继电器 8—鼓风机电动机 9—鼓风机调速电阻 10—空调及鼓风机开关 11—蓄电池 a—接蓄电池正极





3-222　化油器式怠速提升装置的结构和工作原理是怎样的？

怠速继电器能在必要时切断电磁离合器，以保证发动机转速稳定，但此时空调系统不工作，汽车空调不能制冷，因此，这种方式显然是有缺陷的，因为有时空调系统的工作是必需的。有的汽车采用的方法是通过开大节气门开度来提高此时发动机的转速，以维持制冷系统工作。

对于化油器式发动机，一般是设置一个节气门位置控制器，如桑塔纳轿车 JV 发动机中的 KEIHIN 化油器，就设有该种装置，如图 3-42 所示。发动机怠速运转，不使用空调制冷时，真空转换阀的线圈中无电流通过，接通真空通路，真空驱动器的膜片上移，通过连杆带动限位器处于图 3-42a 所示位置，此时节气门可关闭到发动机正常怠速运转的位置。

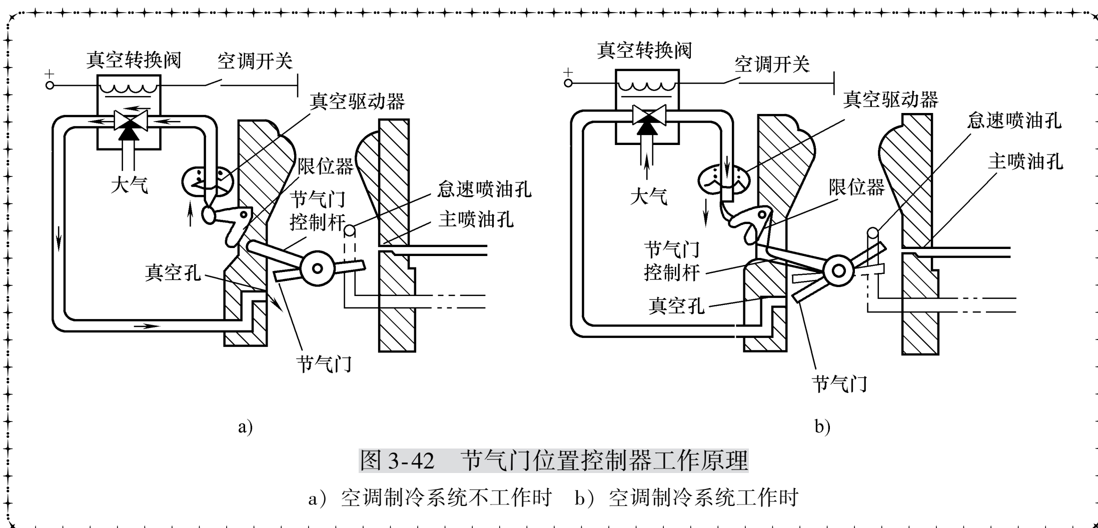
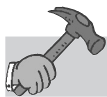


图 3-42　节气门位置控制器工作原理

a）空调制冷系统不工作时　b）空调制冷系统工作时

使用空调制冷时，空调开关 A/C 接通真空转换阀线圈电路，切断真空通路，大气压力便作用于真空驱动器膜片上方，在弹簧力作用下推动膜片下移，通过连杆带动限位器处于图 3-42b 所示位置。当节气门向关闭方向转动时，由于节气门控制板被限位器限位，使节气门不能全闭而开度加大，从而达到提高发动机转速的目的。这种怠速提高装置曾经广泛应用于化油器轿车的空调系统中。



3-223　微机控制式怠速提升装置的结构和工作原理是怎样的？

现代轿车大都使用电控发动机，此时怠速的提升是通过怠速控制装置来实现的。发动机电子控制单元接收到空调开关 A/C 信号时，通过开大节气门旁通空气道（旁通空气道式），或直接开大节气门（节气门直动式）来提高发动机的转速。

微机控制怠速系统的控制方式一般有两种基本类型：一种是控制节气门旁通气道中空气

流量的旁通空气式；另一种是直接控制节气门关闭位置的节气门直动式，如图 3-43 所示。一般常用旁通空气式，目前普遍采用的是由步进电动机驱动的怠速控制结构。如图 3-44 所示，空调工作信号是发动机电子控制单元（ECU）的重要传感器信号之一，当空调制冷系统起动，ECU 接收该信号后，驱动由步进电动机带动的怠速控制阀门，将旁通气道开度加大，增加怠速时的进气量，使发动机转速增加，制冷压缩机正常工作。这种怠速提高装置可以根据发动机负荷变化的状况，精确地控制发动机根据空调压缩机等其他负载稳定的工作。大众系列轿车多采用节气门直动式怠速控制方式。

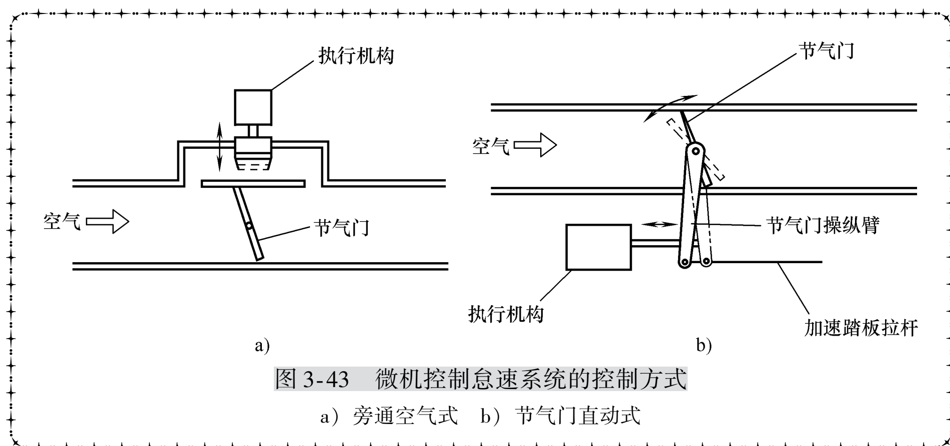


图 3-43　微机控制怠速系统的控制方式

a）旁通空气式　b）节气门直动式

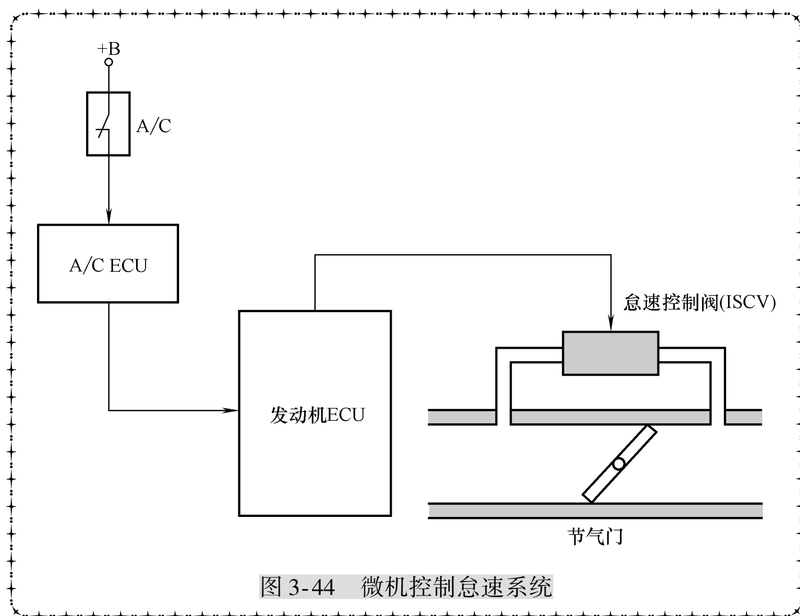
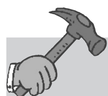


图 3-44　微机控制怠速系统



3-224　在电控发动机中，开空调如何控制发动机失速熄火？

发动机带空调怠速运转时，一旦有其他影响因素使发动机转速下降，将造成发动机失速



而熄火。为防止这种情况发生，有的空调控制电路中设有防止发动机失速的控制电路，空调的控制单元通过检测点火线圈的脉冲来计算发动机的转速。当发动机的转速低于一定值时，将压缩机电磁离合器切断，控制过程如图3-45所示。

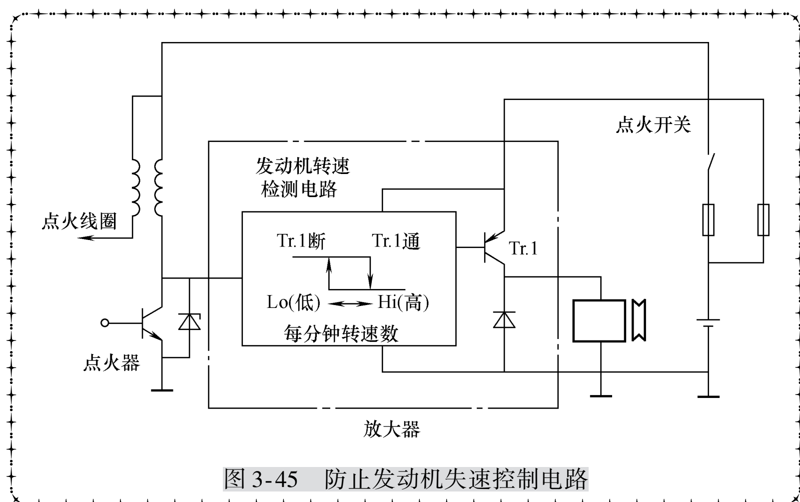
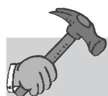


图3-45 防止发动机失速控制电路



3-225 空调系统控制中，如何实现传动带保护控制？

当动力转向的油泵、发电机等附件与空调压缩机采用同一传动带驱动时，如果压缩机出现故障而锁死时，传动带将被损坏。为了防止这种情况的产生，有些空调的控制电路中采用了传动带保护控制装置。传动带保护控制装置的原理如图3-46所示。空调放大器（或ECU）同时接收发动机的转速信号和压缩机的转速信号，并对这两个转速进行比较，当这两个转速的信号出现的差异超过某一限值时，空调放大器便认定压缩机出现故障，随后就切断压缩机电磁离合器的电源，使压缩机停止工作，以保证其他附件的正常运转。

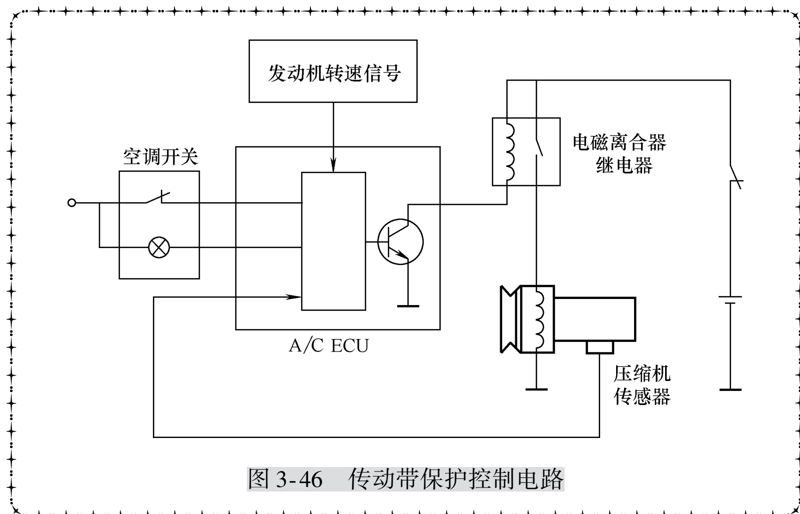
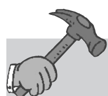
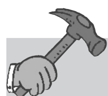


图3-46 传动带保护控制电路



3-226 汽车加速超车，为什么要切断空调系统工作？ 常用控制装置有哪几种类型？

当汽车加速超车时，为了保证发动机有足够的动力，应当切断压缩机离合器电路，这样就卸除了压缩机的动力负荷，以尽量大的发动机功率来供汽车加速所需。**常用的加速控制装置有三种方式：一是利用与节气门杠杆连接的机械开关；二是利用能感应进气管真空度的真空开关（此类开关和压缩机离合器的电路串联）；三是在一些电喷车上利用节气门位置传感器信号和曲轴位置传感器信号感知发动机处于加速状态，由发动机 ECU** 完成空调电路切断。



3-227 机械式加速切断装置是如何实现压缩机控制的？

机械式加速切断装置如图 3-47 所示，这种机械式断开器由加速开关和延迟继电器组成。加速开关一般装在加速踏板下，也有装在其他位置通过连杆或钢索来操纵的。**当加速踏板踏下行程达到最大行程的 90% 时，加速开关的延迟继电器切断电磁离合器线圈电路，使压缩机停止工作**，解除了压缩机的动力负荷，发动机的全部输出功率用来克服加速时的阻力。当踏板行程小于 90% 或加速开关打开延时十几秒后则自动接通电磁离合器线圈电路，压缩机又自动恢复工作。

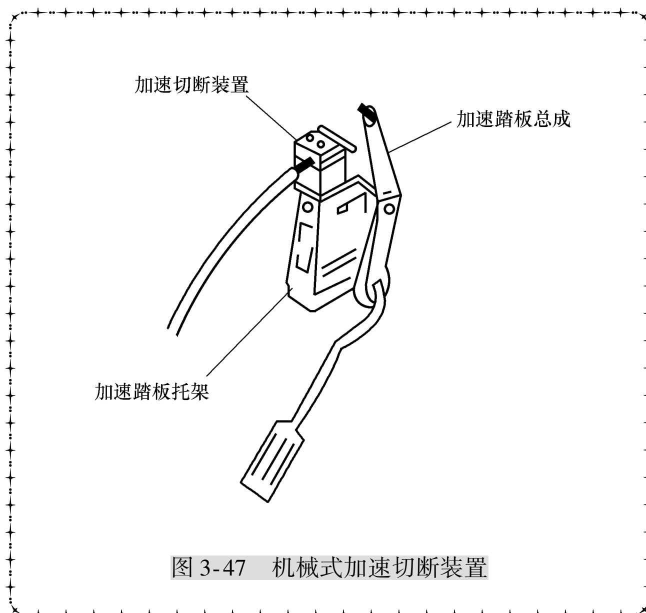
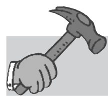


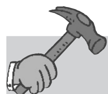
图 3-47　机械式加速切断装置



3-228 真空式加速切断装置是如何实现压缩机控制的？

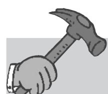
真空式加速切断装置由发动机进气歧管真空度控制，当汽车处于匀速行驶或加速较慢

时，进气歧管真空度较低，开关闭合，空调正常工作；当汽车急加速或怠速行驶时，进气歧管真空度较大，开关断开，空调停止工作。



3-229 微机控制式加速切断装置是如何实现压缩机控制的？

有些高级轿车上不设置专门的加速切断装置，但同样具有加速切断功能。例如日产风度轿车，这种车的空调加速切断是由车身计算机控制完成的。**加速时，车身计算机由节气门位置传感器和曲轴位置传感器采集节气门开度和发动机转速信号，当感知出急加速状态时，车身计算机停止压缩机继电器的工作几秒钟以实现加速切断。**



3-230 压缩机双级控制是如何实现的？

有些车辆为了提高燃油经济性采用了压缩机双级控制，如图 3-48 所示。在空调上有两个开关：即一个是 A/C 开关，另一个是 ECHO 开关。**在接通 A/C 开关时，空调 ECU 根据蒸发器温度传感器的信号在较低的温度控制压缩机电磁离合器的通断；在接通 ECHO 开关时，空调 ECU 便在较高的温度控制压缩机电磁离合器的通断**，这样就可以减少压缩机工作的时间，减少汽车的燃料消耗，同时在压缩机停机时，发动机的负载减少，汽车的动力输出可以提高。

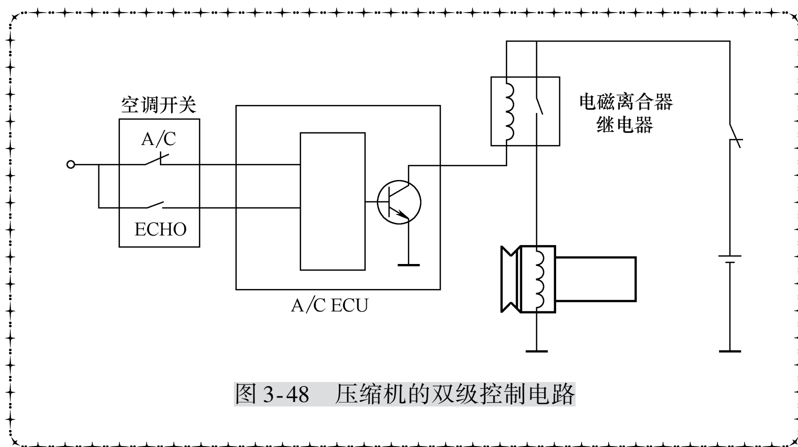
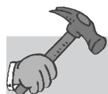


图 3-48　压缩机的双级控制电路



3-231 双蒸发器控制的空调是怎样的？

现在有些车辆在前排和后排都有蒸发器，且两个蒸发器都采用一个压缩机，这样就面临着前后蒸发器分别控制的问题。为此，在两个蒸发器的入口处，安装两个电磁阀，用来分别控制前排座位和后排座位的温度，其示意图如图 3-49 所示。

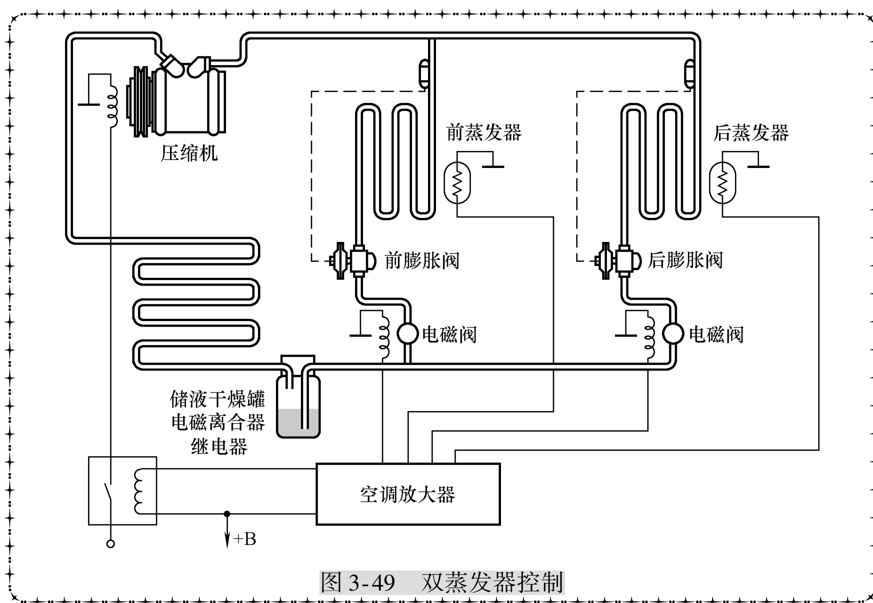
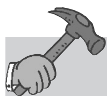
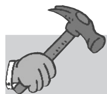


图 3-49　双蒸发器控制



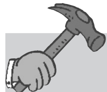
3-232　如何进行空调系统电路分析？

由于车型不同，车内所装的空调系统的结构也有所不同。汽车空调系统种类繁多，电路结构形式更是复杂多样，但是其电气系统仍有一定的规律可循。汽车空调系统有压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器及鼓风机等主要部件，所以在分析电路时，只要将电路分成蒸发器风机控制、冷凝器风扇控制、温度控制（压缩机控制）、通风系统控制和保护电路等即可清楚地了解空调系统的电路控制原理。



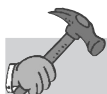
3-233　空调系统中鼓风机的作用是怎样的？

汽车空调系统的蒸发器采用直接蒸发式的结构，这种结构由换热器和鼓风机组成。鼓风机将车内的空气吸出，强制气流流过蒸发器空气侧，气流则将蒸发器内液态制冷剂蒸发时产生的冷量带入车内。要使车内有一个舒适的环境，除了要控制送风温度外，还应根据环境变化和乘员的不同需要，控制鼓风机的转速，以控制送风速度。



3-234　鼓风机转速的控制方式有几种类型？

鼓风机转速的控制方式有鼓风机开关和调速电阻控制、晶体管控制、晶体管与调速电阻器组合型三种类型。



3-235　鼓风机开关和调速电阻控制方式是如何实现调速的？

鼓风机开关和调速电阻控制方式由鼓风机开关和调速电阻两部分组成，调速电阻一般装



在空调蒸发器组件上，利用气流进行冷却，鼓风机开关一般装在控制面板内，设置不同档位，供调速用。在设置时，鼓风机开关既可以控制电源正极又可以控制鼓风机搭铁电路。**调节鼓风机开关，可改变调速电阻接入方式，即改变鼓风机电路中的电流以调节鼓风机转速。**鼓风机的控制档位一般有 2、3、4、5 速四种，最常用的是 4 速，如图 3-50 所示。

鼓风机开关处于 1 位时，鼓风机电路中串入三个电阻，风机低速运转；鼓风机开关处于 2 位时，鼓风机电路中串入两个电阻，鼓风机中低速运转；鼓风机开关处于 3 位时，鼓风机电路中串入一个电阻，鼓风机中高速运转；鼓风机开关处于 4 位时，鼓风机电路中不串入任何电阻，鼓风机以最高速运转。

调速电阻的外形如图 3-51 所示。

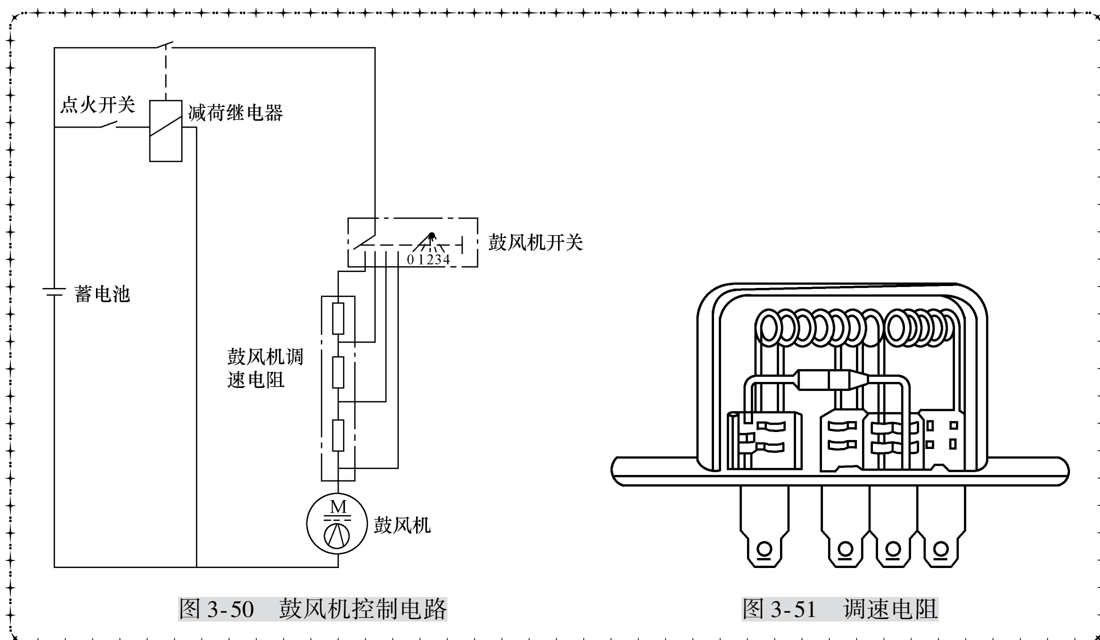


图 3-50　鼓风机控制电路

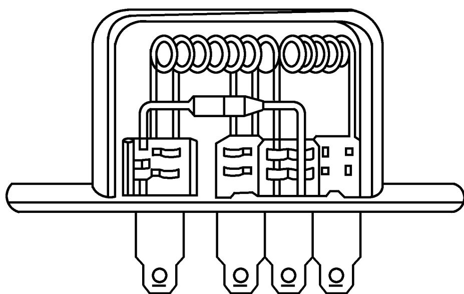
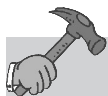


图 3-51　调速电阻



3-236　如何检修空调系统的鼓风机？

（1）**就车检查**　起动发动机并保持怠速转速为 1250～1500r/min，打开空调开关，把鼓风机开关置于“0”档，送风口应有微风出来。然后接上风扇电动机开关，从低档到高档分别拨动调速档，每档让风扇停留 5min，检查其吹出的风速是否有变化。若没有变化，则有可能是开关或调速电阻损坏。

（2）**鼓风机开关的检查**　如图 3-52 所示，当风扇开关置于“0”位时，A、B、C、D、E、F、G 都不导通；当置于“1”位时，B、A、D 之间相互导通；当置于“2”位时，B、A、E 之间相互导通；当置于“3”位时，B、A、F 之间互导通；当置于“4”位时，B、A、G 之间相互导通。否则就更换风扇开关。

（3）鼓风机的检查

① 鼓风机电动机的检查。如图3-53所示，将蓄电池正极与端子2相连，负极与端子1相连，然后检查电动机运行情况。电动机运行应平稳无异响，否则应更换鼓风机电动机。

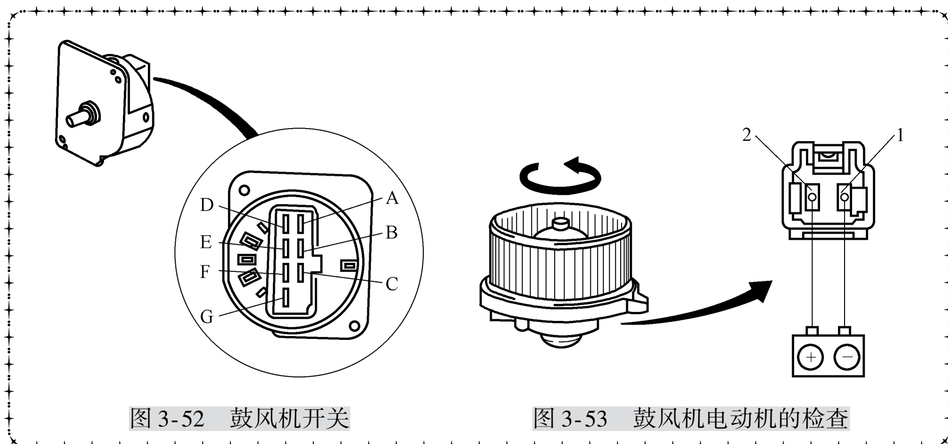


图3-52　鼓风机开关

图3-53　鼓风机电动机的检查

② 鼓风机电阻器的检查。鼓风机电阻器安装在鼓风机外壳上，与鼓风机串联在一起，可用万用表检测。如图3-54所示，测量电阻A时，应为3～4Ω（以捷达轿车为例），测量电阻B时，应为0.8～1.2Ω，否则应更换。如图3-55所示，也可测量插接器插头2、3之间的电阻，应为3～4Ω；4、5之间的电阻应为0.8～1.2Ω。它们之间应相互导通，否则应更换。

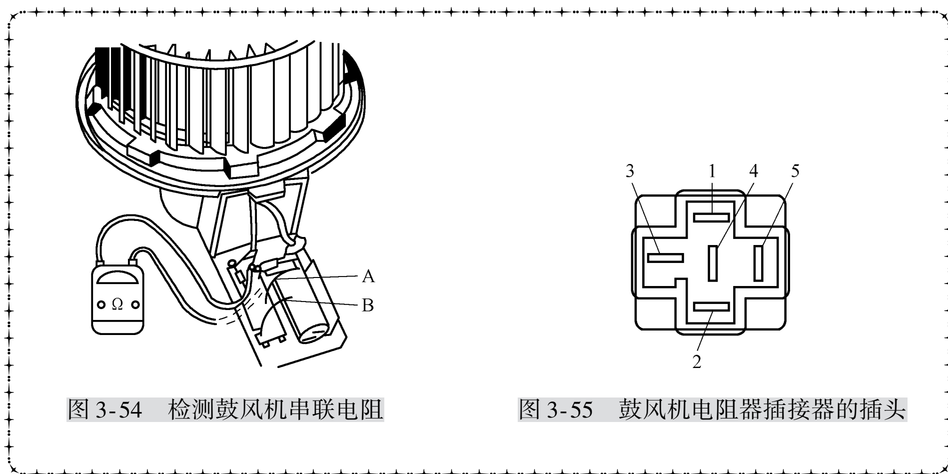
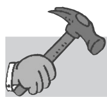


图3-54　检测鼓风机串联电阻

图3-55　鼓风机电阻器插接器的插头



3-237　晶体管控制方式是如何实现调速的？

现代中高档轿车为实现风速的自动控制，鼓风机的转速一般由大功率晶体管控制。



如图 3-56 所示，空调自动控制器根据车内温度传感器信号、车外温度传感器信号和其他信号计算并输出控制信号给大功率晶体管的基极，大功率晶体管根据基极电流的不同控制鼓风机使其产生不同的转速。空调处于制冷状态时，如果车内温度比所选定的温度高很多，鼓风机将高速运转；如果车内温度降低，鼓风机将低速运转。空调处于取暖状态时，如果车内温度比所选定的温度低很多，鼓风机将高速运转；如果车内温度上升，鼓风机将低速运转。

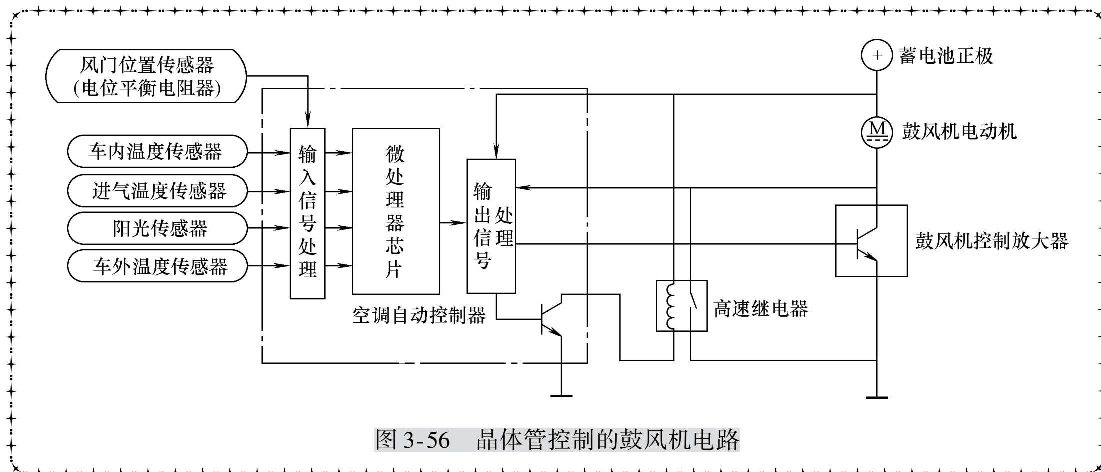
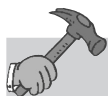


图 3-56　晶体管控制的鼓风机电路



3-238　晶体管与调速电阻器组合型是如何实现调速的？

鼓风机控制开关有自动（AUTO）档和不同转速的人工选择模式两种，如图 3-57 所示。当鼓风机转速控制开关设定在 AUTO 档时，鼓风机的转速由空调 ECU 根据车内、车外温度及其他传感器的参数控制。若按动人工选择模式开关，则空调电路取消自动控制功能，执行人工设定功能，鼓风机转速的高低可通过操作鼓风机调速开关来实现。

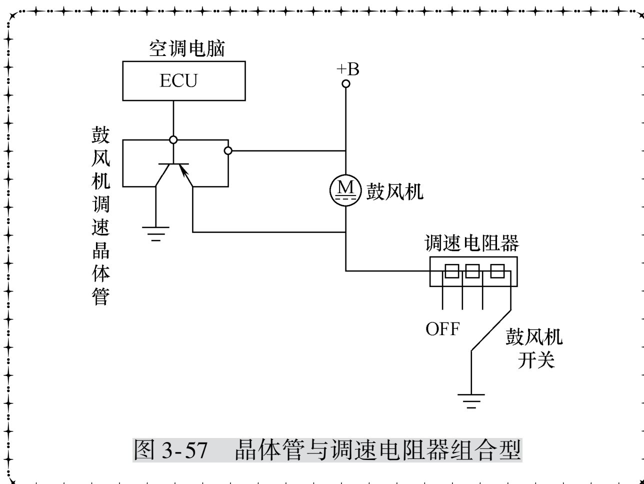
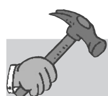
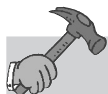


图 3-57　晶体管与调速电阻器组合型



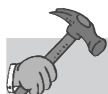
3-239 汽车空调系统冷凝器风扇的布置是怎样的？

汽车空调系统的冷凝器将车内的热量排向大气，其结构由冷凝器和冷凝器风扇组成。对于一般客车，冷凝器不装在散热器前，需单独设置冷凝器风扇。冷凝器风扇一般只受空调开关信号控制。轿车空调的冷凝器一般都装在散热器前，散热器和冷凝器共用冷却风扇，一般根据冷却液温度信号和空调信号共同控制，同时满足散热器散热和冷凝器散热需要。



3-240 常用的冷凝器风扇控制有哪几种类型？

常用较典型的冷凝器风扇控制电路主要有：空调开关直接控制、空调开关和冷却液温度开关联合控制、制冷剂压力开关与冷却液温度开关联合控制、散热器风扇控制器控制、制冷剂压力开关与微电脑组合控制等几种类型。



3-241 空调开关直接控制冷凝器风扇是如何工作的？

空调开关直接控制冷凝器风扇电路比较简单，如图 3-58 所示，空调开关置于 ON 位置时，冷凝器风扇继电器线圈通电，继电器触点闭合，冷凝器风扇高速运转，同时压缩机电磁离合器通电工作。

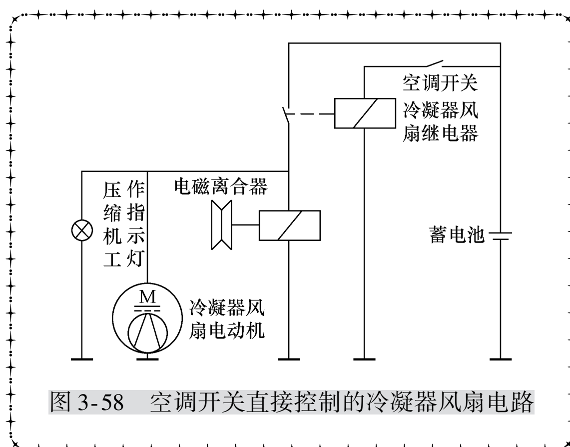
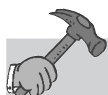


图 3-58　空调开关直接控制的冷凝器风扇电路



3-242 空调开关和冷却液温度开关联合控制冷凝器风扇是如何工作的？

有些汽车的发动机冷却系统和空调冷凝器共用一个冷却风扇进行散热，如图 3-59 所示。这种风扇有低速和高速两种转速，分别受空调继电器和高速风扇继电器控制，控制冷凝器风扇的信号是空调开关和冷却液温度开关。

当空调开关接通时，空调继电器通电，触点闭合，电流经调速电阻进入冷凝器风扇电动



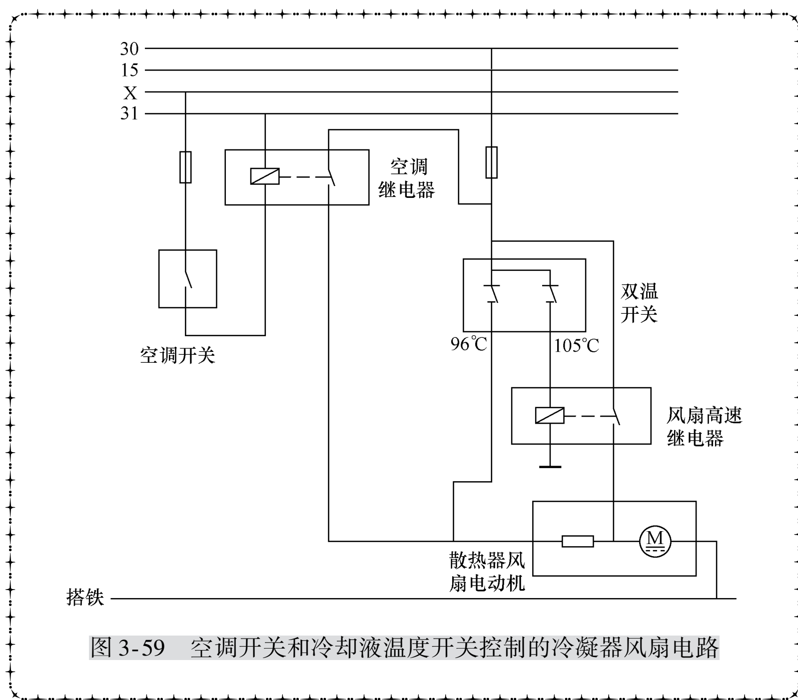
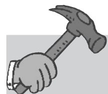


图3-59 空调开关和冷却液温度开关控制的冷凝器风扇电路

机，风扇低速运转；不开空调时，当发动机冷却液温度达到96℃时，双温开关的低温触点闭合，冷凝器风扇低速运转；当发动机冷却液温度升至105℃时，双温开关的高温触点闭合，高速风扇继电器通电，风扇高速运转，以加强散热。



3-243 制冷剂压力开关与冷却液温度开关联合控制冷凝器风扇是如何工作的？

目前很多轿车采用制冷剂压力开关和冷却液温度开关组合的方式对冷却风扇进行控制。丰田雷克萨斯LS400轿车冷却风扇控制系统的电路如图3-60所示，该控制系统中有两个并排的冷却风扇，控制冷却风扇的信号是冷却液温度开关和高压开关。冷却液温度开关和高压开关处于不同状态，则冷却风扇继电器形成不同组合，从而控制冷却风扇使其不运转、低速运转或高速运转。

（1）空调不工作时 **不开空调的情况下，发动机冷却液温度开关控制冷却风扇。**

① 发动机冷却液温度低于83℃时，冷却液温度开关处于常闭状态，3号冷却风扇继电器和2号冷却风扇继电器通电，3号冷却风扇继电器4与5接通，2号冷却风扇继电器常闭触点断开。同时，由于空调不工作，高压开关处于常闭状态，1号冷却风扇继电器通电，其常闭触点断开。两个冷却风扇电动机断电，均不工作，使发动机尽快暖机。

② 发动机冷却液温度高于93℃时，冷却液温度开关打开，2号继电器和3号继电器断电。虽然高压开关使1号继电器通电，其常闭触点打开，但并不影响冷却风扇的工作。12V电压加至1号冷却风扇电动机和2号冷却风扇电动机，两冷却风扇高速运转，以满足发动机冷却系统散热需要。

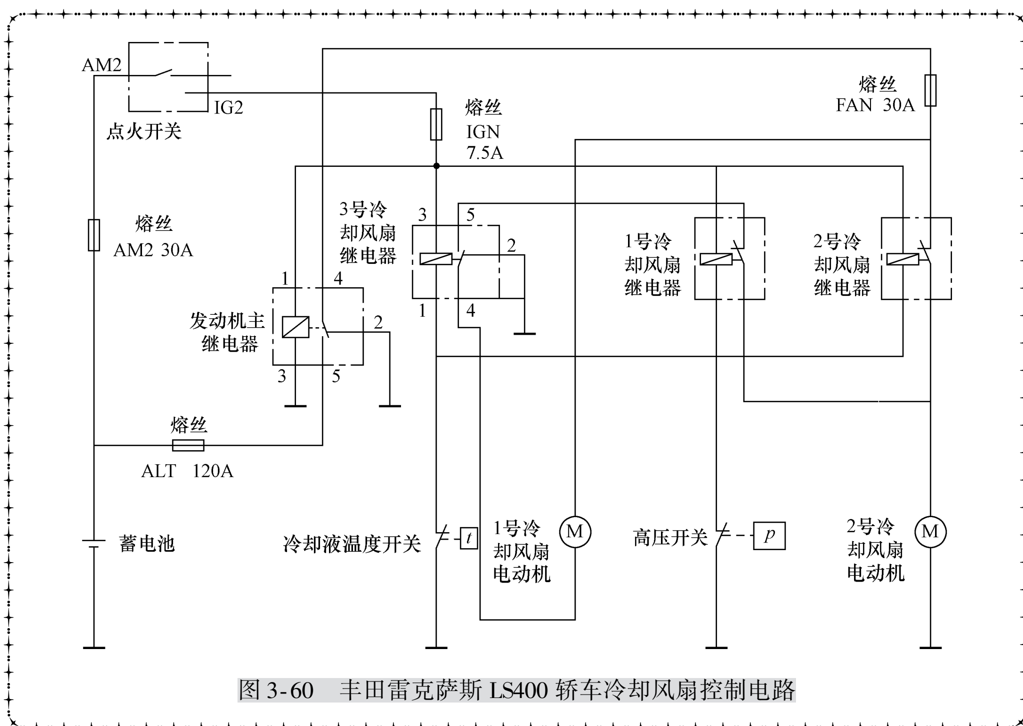


图 3-60　丰田雷克萨斯 LS400 轿车冷却风扇控制电路

（2）空调工作时　**使用空调时，高压开关和冷却液温度开关联合控制冷却风扇。**

① 开空调，高压侧压力大于 1. 35MPa，且冷却液温度低于 83℃时，冷却液温度开关处于常闭状态，高压开关打开，2 号继电器和 3 号继电器通电，1 号继电器断电，继电器将两冷却风扇电动机串联在一起，两冷却风扇低速运转，以满足冷凝器散热需要。

② 开空调，高压侧压力大于 1. 35MPa，且冷却液温度高于 93℃时，高压开关和冷却液温度开关都打开，1、2、3 号继电器均断电，12V 电压加至两冷却风扇电动机，两冷却风扇高速运转。

综上所述可知，两个冷却风扇的工作同时受冷却液温度和空调信号影响，在同时不转、同时低速转或同时高速转三种状态之间循环。其工作原理如图 3-61 所示。

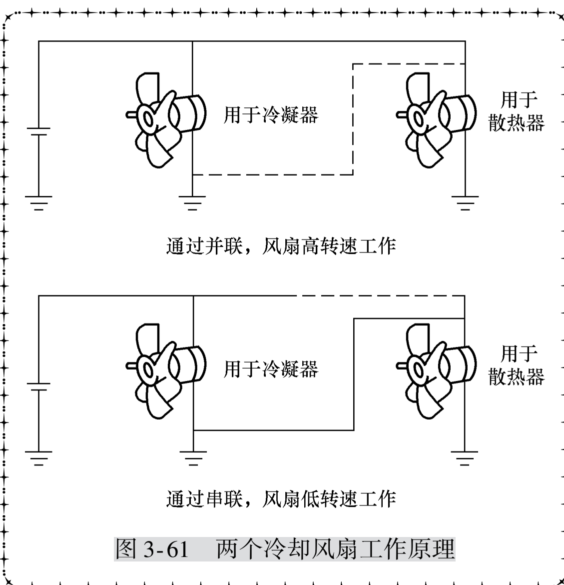
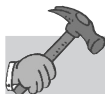


图 3-61　两个冷却风扇工作原理



3-244　散热器风扇控制器控制冷凝器风扇是如何工作的？

除采用继电器控制风扇的转速外，还可采用专用控制器对风扇进行控制。它根据空调信



号和冷却液温度信号联合控制风扇的转速。图3-62所示为捷达王轿车散热器风扇控制电路，其控制过程如下。

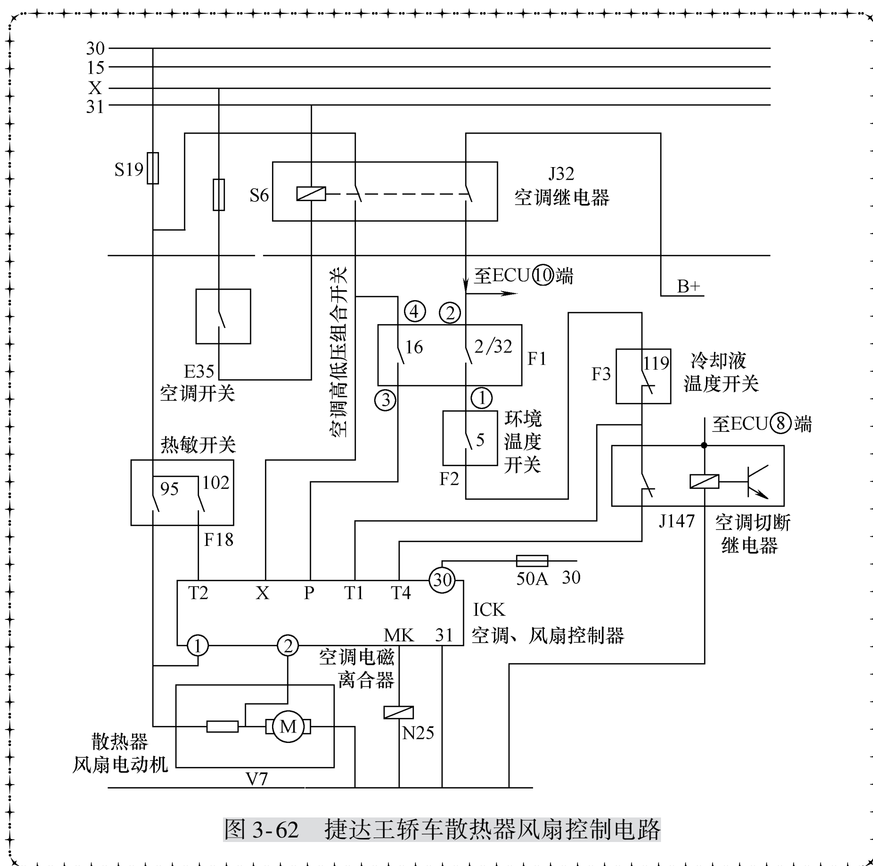


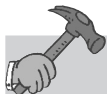
图3-62　捷达王轿车散热器风扇控制电路

① 当发动机冷却液温度达95℃时，双温开关F18内的低温触点闭合，12V电源电压经触点接通风扇电动机的低速档，散热器风扇进入低速运转状态。

② 当发动机冷却液温度达102℃时，双温开关F18内的高温触点闭合，12V电压经闭合的触点到风扇控制器ICK的T2端，控制器②端输出12V电压，使风扇进入高速运转状态。

③ 当开启空调后，风扇控制器T1端、T4端均为12V高电平，如果此时管路压力低于1.6MPa，控制器P端为低电平，在此前提下，①端输出12V电压，风扇高、低速交替运转。

④ 当空调管路压力超过1.6MPa时，位于空调高压管路上的组合压力开关F1的③、④端触点闭合，12V电压经闭合的触点到风扇控制器P端，控制器②端输出12V电压，风扇高速运转。



3-245　制冷剂压力开关与ECU组合控制冷凝器风扇是如何工作的？

制冷剂压力开关与ECU组合控制是多数高级轿车都采用的控制方式，如图3-63所示，

两个散热风扇有3种不同的运转工况。其工作原理如下所述。

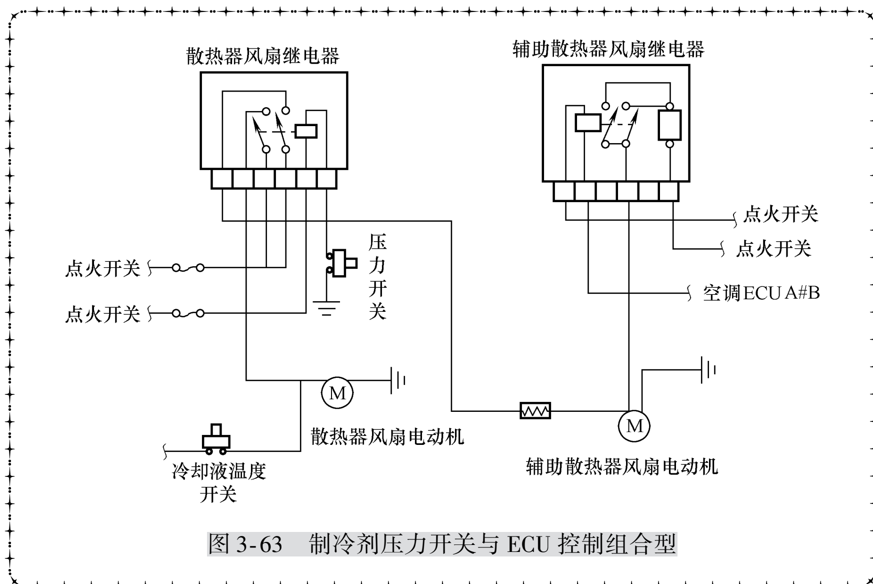


图3-63　制冷剂压力开关与ECU控制组合型

① 空调开关已接通，但制冷剂压力未达到1.81MPa时，只有辅助散热风扇电动机运转。

② 一旦制冷剂压力达到1.81MPa时，主、辅风扇电动机同时运转。

③ 无论空调开关是否接通，只要发动机冷却液温度达到98℃以上，主散热风扇（散热器风扇电动机）高速运转。

丰田公司在部分1UZ-FE和1MZ-FE发动机上采用了电控液压马达冷却风扇系统，用于雷克萨斯400、雷克萨斯300、凯美瑞3.0L等车型，与一般的电控风扇系统有较大差异。如图3-64所示，在此系统中，**风扇ECU通过电磁阀控制作用在液压马达上的油液压力，这样就可以根据发动机工况和空调状态而自动控制冷却风扇的转速**。其工作过程如下。

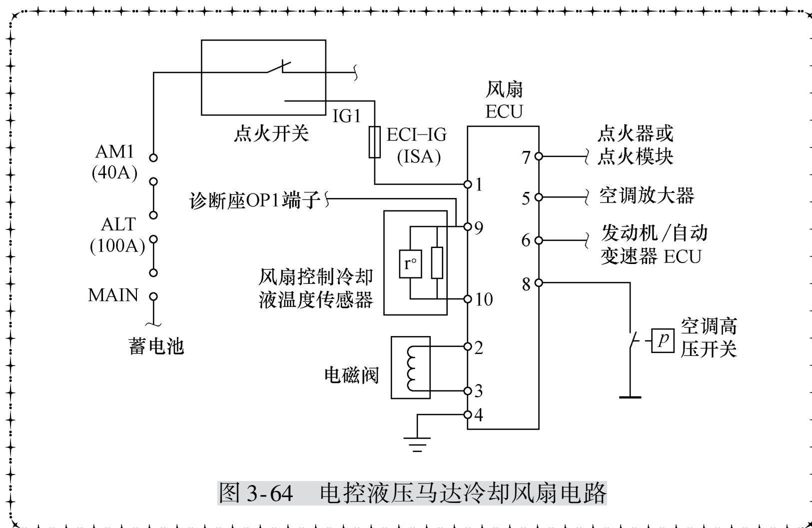
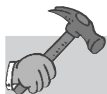


图3-64　电控液压马达冷却风扇电路

液压泵单独设计或与动力转向泵组合为一体，由传动带驱动，建立一定油压，受马达控制。电磁阀调节从液压泵到液压马达的油量，该液压马达直接驱动冷却风扇，已通过液压马达的压力油回到液压泵。



3-246　压缩机电磁离合器有哪几种不同的控制方式？

压缩机电磁离合器的控制方式根据控制开关的位置分为两种：控制电源型和控制搭铁型，如图3-65所示。电源控制方式由开关直接控制电源，当开关闭合时，瞬间产生的大电流流经开关至执行器构成的回路，长期工作后容易造成触点烧蚀。所以，现在大多数轿车均不采用这种控制方式。而搭铁控制方式由开关控制继电器线圈的回路，这种控制方法的优点是以小电流信号控制大电流通断，从而有效地防止触点烧蚀，目前大多数轿车采用这种控制方法。

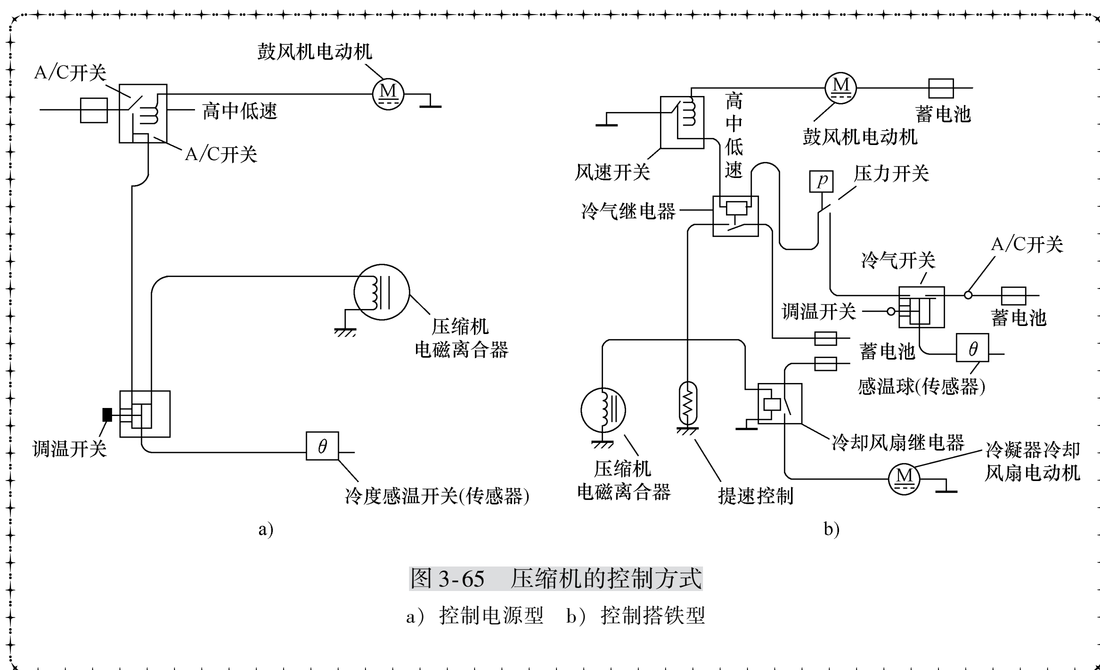
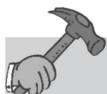


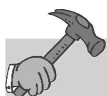
图3-65　压缩机的控制方式

a）控制电源型　b）控制搭铁型



3-247　一般手动空调压缩机电磁离合器受哪些部件控制？

如图3-65b所示，**手动空调压缩机工作的必备条件是空调开关（A/C开关）闭合、恒温器触点闭合、压力开关闭合、鼓风机开关闭合**。此时压缩机电磁离合器继电器（冷气继电器）工作，蓄电池电源才能提供给压缩机电磁离合器线圈。



3-248 一般半自动空调压缩机电磁离合器受哪些部件控制？

如图 3-66 所示，半自动空调压缩机工作的必备条件是空调开关闭合、温度开关（热敏电阻）工作、压力开关闭合、鼓风机开关闭合、发动机工作、压缩机工作、制冷剂温度开关闭合。当点火开关和鼓风机开关接通时，加热器继电器就接通。如空调开关此时接通，则压缩机电磁离合器继电器由空调放大器接通，从而使压缩机电磁离合器接合，压缩机工作。

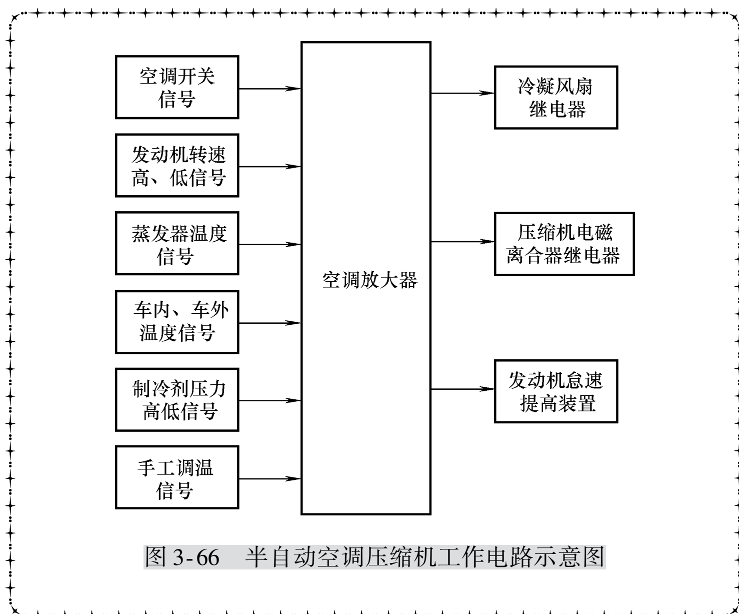


图 3-66　半自动空调压缩机工作电路示意图

在下述情况下，压缩机电磁离合器脱开，压缩机被关掉。

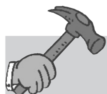
① 鼓风机开关位于 OFF（断开）。当鼓风机开关断开时，加热器继电器也断开，电源不再传送至空调器。

② 空调开关位于 OFF（断开）。空调放大器（它控制压缩机电磁离合器继电器）的主电源被切断。

③ 蒸发器温度太低。如蒸发器表面温度降至 3℃或以下，则空调放大器的电源被切断。

④ 双重压力开关位于 OFF（断开）。如制冷回路高压端压力极高或极低，这一开关便断开。空调放大器检测到这一情况，就切断压缩机电磁离合器继电器。

⑤ 压缩机锁止（仅限某些车型）。压缩机与发动机转速差超过一定的值，空调放大器就会判断压缩机已锁止，切断压缩机电磁离合器继电器。



3-249 普通桑塔纳轿车空调系统电路由哪几部分组成？

普通桑塔纳轿车空调系统控制电路由电源电路、电磁离合器控制电路、鼓风机控制电路和冷凝器风扇电动机控制电路组成，如图 3-67 所示。



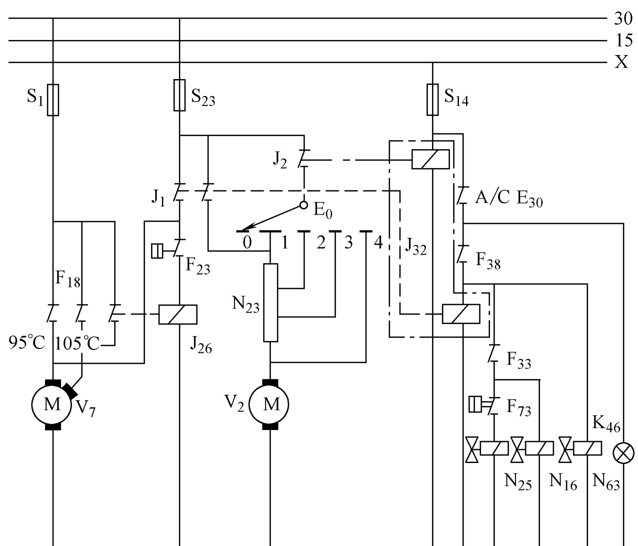
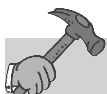


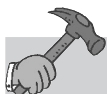
图 3-67 上海桑塔纳轿车空调系统控制电路

S_1—冷却风扇熔断器 S_{14}—空调熔断器 S_{23}—鼓风机熔断器 K_{46}—空调指示灯 J_{32}—空调继电器 J_{26}—冷凝器风扇继电器 E_{30}—空调开关 E_0—鼓风机开关 F_{73}—低压保护开关 F_{23}—高压保护开关 F_{18}—冷却风扇电动机温控开关 F_{33}—蒸发器温控开关 F_{38}—环境温控开关 V_7—冷却风扇电动机 V_2—鼓风机 N_{25}—空调电磁离合器 N_{16}—怠速提升电磁阀 N_{63}—新鲜空气风门电磁阀 N_{23}—调速电阻



3-250 普通桑塔纳在什么情况下可以接通空调电源电路？

普通桑塔纳空调系统的电源受卸荷继电器控制，当点火开关处于断开（置 OFF）位置时，卸荷继电器 X 电路切断，触点断开，空调系统不工作。当点火开关处于起动（置 ST）位置时，卸荷继电器 X 电路切断，触点断开，中断空调系统的工作，保证发动机起动时，蓄电池具有足够的电能来起动发动机。当点火开关处于接通（置 ON）位置时，卸荷继电器线圈 X 电路接通，如图 3-67 所示，触点闭合，空调继电器 J_{32} 中的线圈 J_2 通电，接通鼓风机电路，此时可由鼓风机开关 E_0 进行调速，使鼓风机按要求的转速运转，进行强制通风、换气或送出暖风。



3-251 普通桑塔纳空调系统的工作过程是怎样的？

（1）**空调开关的接通控制** 普通桑塔纳空调系统的控制电路如图 3-67 所示。当外界气温高于 10℃时，环境温控开关 F_{38} 才能接通，空调才能使用。当需要制冷系统工作时，接通空调开关 E_{30}，空调指示灯 K_{46} 发亮，表示空调开关已经接通。此时电源经空调开关 E_{30}、环

境温控开关 F_{38} 接通以下电路：

① 新鲜空气风门电磁阀 N_{63} 电路接通，该电磁阀动作后接通新鲜空气风门真空执行器的真空通路，从而可使新鲜空气进口关闭，鼓风机才能强制通过蒸发器总成的空气通道进风，使制冷系统进入车内空气内循环。

② 经蒸发器温控开关 F_{33}、低压保护开关 F_{73} 对电磁离合器 N_{25} 线圈供电，同时电源还经蒸发器温控开关接通化油器的怠速提升电磁阀 N_{16}，提高发动机的转速，以满足空调所需动力的要求，防止发动机转速降低而熄火。

③ 对空调继电器中的线圈 J_1 供电，使两对触点同时闭合，其中一对触点接通冷凝器风扇继电器 J_{26} 的线圈电路；另一对触点接通鼓风机 V_2 的电路。

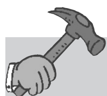
（2）**高低压开关的控制**　低压保护开关 F_{73} 串联在蒸发器温控开关 F_{33} 和电磁离合器 N_{25} 之间，当制冷系统缺少制冷剂使制冷系统压力过低时，低压保护开关断开使压缩机停止工作。

高压保护开关 F_{23} 串联在冷却风扇继电器和空调继电器 J_{32} 的触点之间，当制冷剂压力正常时，高压保护开关触点断开，电阻 R 串入冷却风扇电动机电路中，使风扇电动机低速运转。当制冷剂压力超过规定值［(1.448 ± 0.06895) MPa］时，高压保护开关触点闭合，接通冷却风扇继电器线圈电路，冷却风扇继电器的触点闭合，电阻 R 被短路，风扇电动机将高速运转，增强冷凝器的冷却能力。

（3）**冷却风扇的控制**　冷却风扇电动机由空调冷凝器与发动机散热器共用，因此还直接受发动机冷却风扇电动机温控开关 F_{18} 的控制，当空调开关 E_{30} 尚未接通时，若发动机冷却液温度低于 95℃，则风扇电动机电路不通而不会转动；当发动机冷却液温度高于 95℃时，冷却风扇电动机 V_7 低速转动，防止发动机过热；当冷却液温度达到 105℃时，则冷却风扇电动机温控开关 F_{18} 的高温（105℃）触点闭合，电阻 R 被短路，冷却风扇电动机将高速运转，增强发动机散热器的散热能力。

（4）**鼓风机的控制**　当空调开关接通时，空调继电器 J_{32} 右边的一个触点就会闭合，鼓风机 V_2 就会以低速运转来防止蒸发器表面温度过低而结冰或冻坏蒸发器。因此使用空调时，应在接通空调开关之前，首先接通鼓风机开关，使较多空气流通。此时可由鼓风机开关 E_0 进行调速，使鼓风机按要求的转速运转，进行强制通风、换气或送出暖风。

这种机械-电气控制的空调系统电路，虽然没有电子温度控制器，但因其结构简单，电路元器件可靠，所以仍然得到了广泛的应用。



3-252　夏利轿车空调系统控制电路的组成是怎样的？

夏利轿车空调控制电路采用了专用的集成芯片 SE078（以下分析简称 IC），其电路原理如图 3-68 所示。它主要由**空调放大器 10、电磁离合器 12 电路、鼓风机电动机 17 及其控制电路、冷凝器冷却风扇电动机 14 及其控制电路、怠速提升电磁真空转换阀 7 电路、电源电路等组成。**



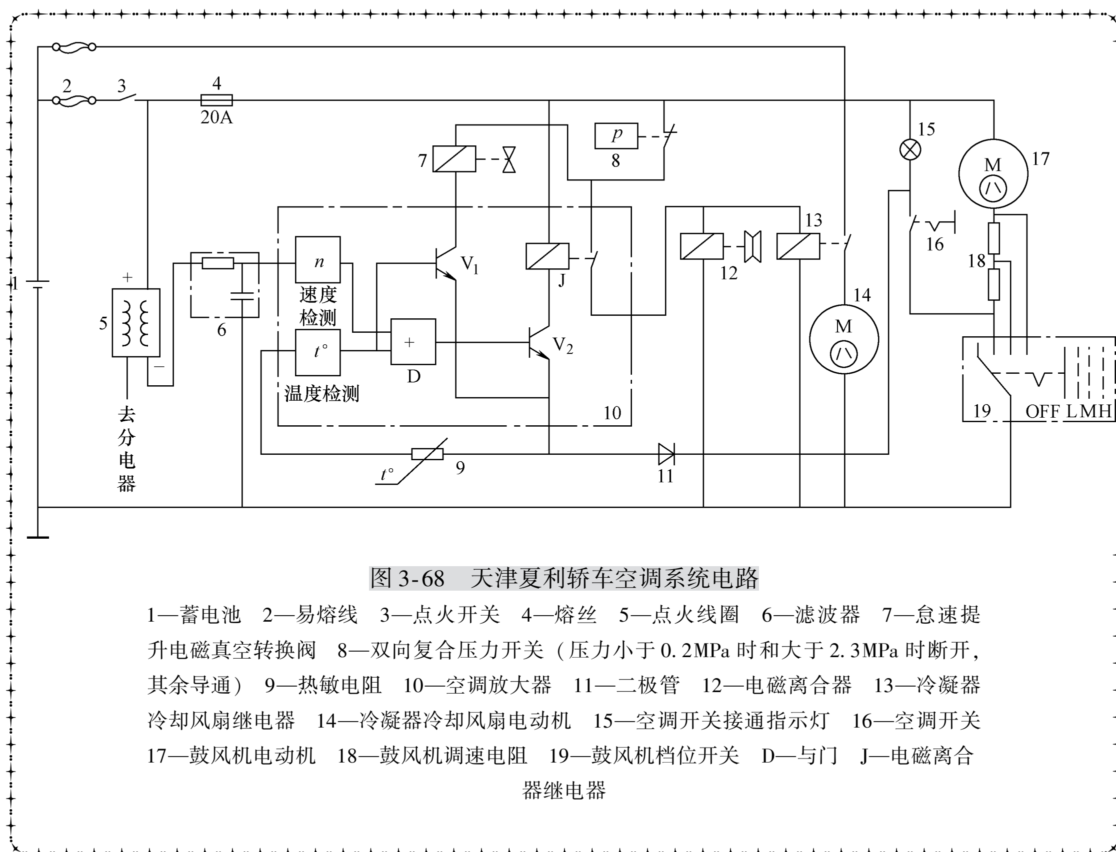
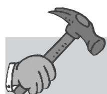


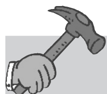
图 3-68　天津夏利轿车空调系统电路

1—蓄电池　2—易熔线　3—点火开关　4—熔丝　5—点火线圈　6—滤波器　7—怠速提升电磁真空转换阀　8—双向复合压力开关（压力小于 0. 2MPa 时和大于 2. 3MPa 时断开，其余导通）　9—热敏电阻　10—空调放大器　11—二极管　12—电磁离合器　13—冷凝器冷却风扇继电器　14—冷凝器冷却风扇电动机　15—空调开关接通指示灯　16—空调开关　17—鼓风机电动机　18—鼓风机调速电阻　19—鼓风机档位开关　D—与门　J—电磁离合器继电器



3-253　夏利轿车空调放大器的功能有哪些？

空调放大器是夏利轿车空调系统电路的中心部件，它以日本电装（DENSO）公司的一片汽车空调专用集成电路 SE078 为核心，配以简单的外围电路组成，**具有蒸发器出口侧冷气温度控制、发动机转速控制、怠速提升电磁真空转换阀控制等多重调节和控制功能**，使得整个空调系统电路简单、控制精度高。空调放大器的内部电路原理框图及外形如图 3-69 所示。



3-254　夏利轿车空调放大器的发动机转速检测及比较电路是怎样工作的？

夏利轿车空调放大器内部的控制电路如图 3-69a 所示，发动机转速脉冲信号由点火线圈“－”接线柱取得，经滤波器滤除点火高频杂波后，输入到空调放大器中的速度检测电路转换为与发动机转速成正比的直流电压信号，然后与转速基准电压信号一同送入比较放大电路 1。当发动机转速低于设定值时，比较放大电路 1 的反相端（－）电压低于同相端（＋）电压，故比较放大电路 1 输出高电平，经反相器 D_1 反相后变为低电平送入与门 D_2；反之，当

发动机转速高于设定值时，比较放大电路 1 输出低电平，经反相器 D_1 反相后变为高电平送入与门 D_2。转速基准电压由电位器 RP_n 设定。

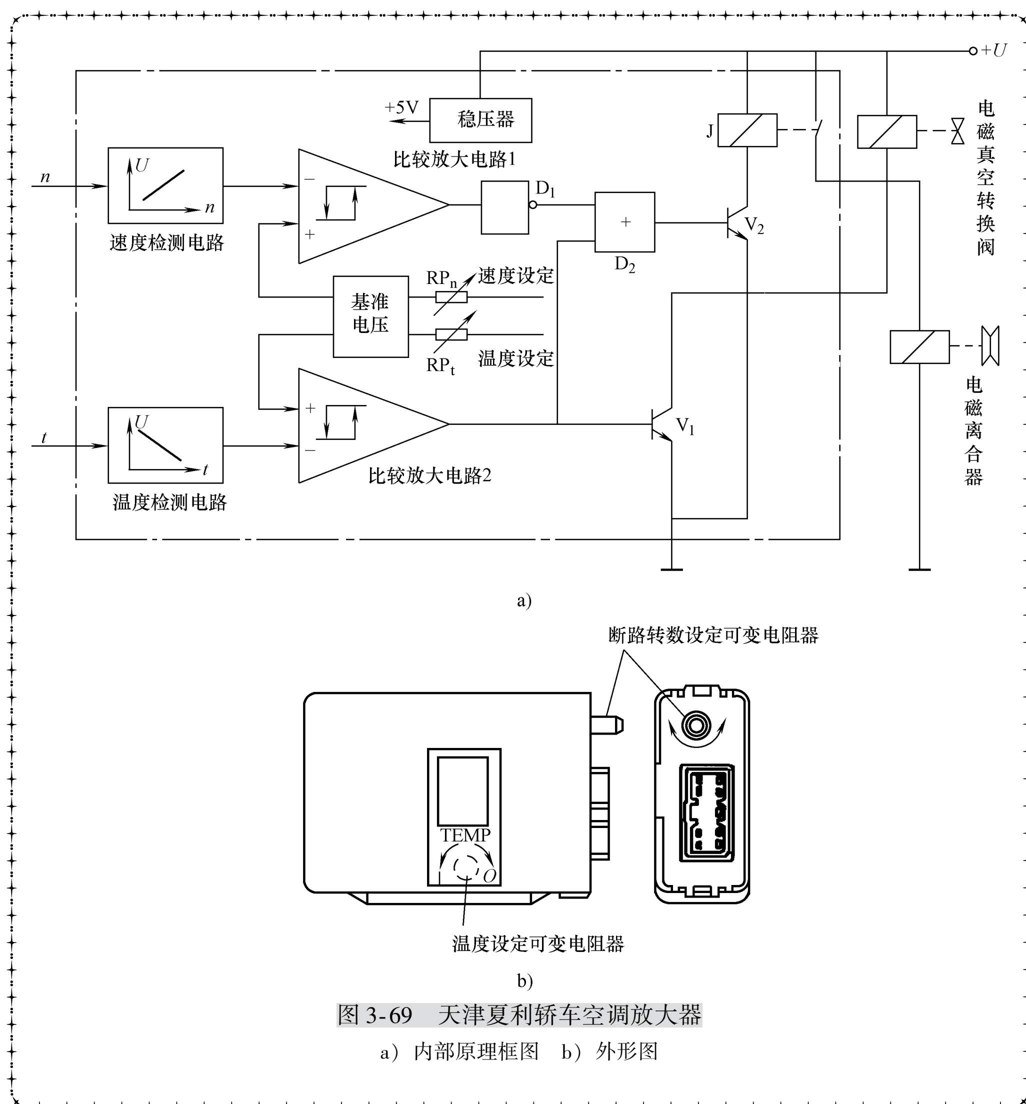
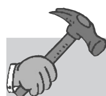


图 3-69　天津夏利轿车空调放大器

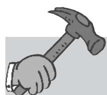
a）内部原理框图　b）外形图



3-255　夏利轿车空调放大器的蒸发器温度检测及比较电路是怎样工作的？

夏利轿车空调放大器内部的控制电路如图 3-69a 所示，蒸发器温度由安装在蒸发器冷气出口侧的一只热敏电阻温度传感器检测，经空调放大器内的温度检测电路，将蒸发器冷气出口侧的温度变换为与蒸发器温度值成反比的电压信号，与蒸发器温度设定基准电压信号一同输入比较放大电路 2。当蒸发器温度高于设定值时，比较放大电路 2 因反相端输入电压低于同相端输入的基准电压而输出高电平；反之，当蒸发器温度低于设定值时，

比较放大电路 2 则输出低电平。比较放大电路 2 的输出电压信号分为两路，一路直接送入晶体管 V_1 用于控制电磁真空转换阀，另一路则送入与门 D_2 与反相器 D_1 的输出信号共同控制晶体管 V_2 的基极，以控制位于空调放大器内的电磁离合器继电器 J。蒸发器的温度由电位器 RP_t 设定。



3-256　夏利轿车空调放大器的控制过程是怎样的？

夏利轿车空调放大器如图 3-69 所示，按照发动机转速和蒸发器温度的不同，控制方式包括以下 4 个方面。

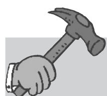
（1）**发动机转速、蒸发器温度均高于设定值时**　比较放大电路 1 输出低电平，反相器 D_1 输出高电平；比较放大电路 2 输出高电平，则晶体管 V_1 饱和导通，电磁真空转换阀通电，怠速提升装置工作使发动机怠速转速升高。同时，与门 D_2 因输入端均为高电平，因此也输出高电平，故晶体管 V_2 饱和导通，继电器 J 通电，触点吸合，使电磁离合器电路接通，压缩机运转制冷。

（2）**蒸发器温度低于设定值而发动机转速高于设定值时**　比较放大电路 2 输出低电平，晶体管 V_1 截止，电磁真空转换阀断电，使怠速提升装置停止工作。同时，也给与门 D_2 输入低电平而使与门 D_2 输出低电平，晶体管 V_2 也截止，继电器 J 断电，触点断开，电磁离合器断电使压缩机停止运转。尽管发动机转速高于设定值，比较放大器 1 输出低电平，反相器 D_1 也输出高电平，但压缩机不会工作。

（3）**蒸发器温度高于设定值，而发动机转速低于设定值时**　比较放大电路 2 输出高电平，使晶体管 V_1 导通，怠速提升装置工作，同时给与门 D_2 输入一高电平。而比较放大器 1 因发动机转速低于设定值而输出高电平，经 D_1 反相后变为低电平输入到与门 D_2，使与门 D_2 输出低电平，故晶体管 V_2 截止，电磁离合器断电。但在怠速提升装置工作后，发动机转速升至设定值，温度和转速两个条件同时具备，压缩机运转。

（4）**发动机转速和蒸发器温度均低于设定值时**　比较放大电路 2 输出低电平，V_1 截止，怠速提升装置不工作；同时，给与门 D_2 输入低电平。比较放大电路 1 输出低电平给与门 D_2，故与门 D_2 因输入两个低电平也输出低电平，使晶体管 V_2 截止，电磁离合器断电，压缩机不运转。

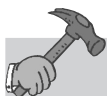
综上所述，压缩机电磁离合器的工作受发动机转速和蒸发器温度的双重控制，只有当两个条件同时满足时，压缩机才能运转制冷，否则，压缩机无法运转制冷；而怠速提升装置则仅由蒸发器温度控制，只要蒸发器温度高于设定值，怠速提升装置便始终工作，以便为压缩机的接通提供足够的发动机转速。



3-257　夏利轿车的发动机转速和蒸发器温度的设定值是怎样的？

天津夏利轿车空调系统中，其电磁离合器接通条件为发动机转速大于（1100 ± 50）r/min，蒸发器冷气出口侧温度大于 4℃；电磁离合器断开条件为发动机转速低于（800 ± 50）r/min

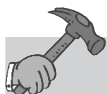
或蒸发器冷气出口侧温度低于3℃，在出厂时已调好。如使用过程中经检测与上述数据不符，可通过空调放大器上相应的调节电位器作适当调整，如图3-69b所示。



3-258 夏利轿车空调系统控制电路的工作过程是怎样的？

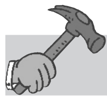
在汽车行驶中需要使用空调（冷气）时，如图3-68所示，应首先接通鼓风机档位开关19，并选择适当的鼓风机转速（合适的送风量），使鼓风机旋转送风，然后按下空调开关16，这时指示灯15点亮，同时也接通了空调放大器10的搭铁电路而使空调系统投入工作（空调放大器10的搭铁回路为：晶体管 V_1、V_2 的发射极→二极管11→空调开关16→鼓风机档位开关19的活动臂→搭铁）。如这时发动机转速、蒸发器温度条件同时满足电磁离合器接通条件，则 V_2 导通，继电器J通电，其触点闭合，使电磁离合器12的电路接通，压缩机便开始运转制冷，与此同时，冷凝器冷却风扇继电器13通电，使冷凝器冷却风扇旋转以加强冷凝器的冷却。当蒸发器冷气出口侧温度达到3℃或发动机转速低于设定转速下限［(800±50)r/min］时，继电器J断电以停止压缩机的工作，直到蒸发器冷气出口侧温度升至4℃，同时发动机转速也高于设定值的上限值［(1100±50)r/min］时，压缩机将再次运转制冷。

双向复合压力开关8的触点串联在电磁真空转换阀7和电磁离合器12的供电回路中，制冷系统压力过高（高于2.3MPa）或过低（小于0.2MPa）时，其触点断开以保护制冷系统压缩机。



3-259 桑塔纳3000轿车空调系统电路组成是怎样的？

图3-70所示为**上海桑塔纳3000轿车空调系统电子控制电路，它由电源电路、进气门电磁阀控制电路、鼓风机控制电路、空调电磁离合器控制电路、散热器风扇控制电路以及空调保护电路等组成**。该空调系统在原型号的基础上，对蒸发器、储液干燥器、冷凝器、压缩机等总成和零件作了很大改进，使它的降温效果有了明显提高。桑塔纳3000轿车空调系统的工作受发动机控制，只有在发动机正常工作，发动机ECU（J220）的T80/8端输出高电平时，压缩机切断继电器J26才能吸合，制冷系统才能工作。



3-260 桑塔纳3000轿车空调系统的电源电路是怎样的？

如图3-70所示，**桑塔纳3000轿车空调系统控制电路由30号线和X号线供电**，30号线为常电源线，与蓄电池正极连接，X号线受点火开关及卸荷继电器（中间继电器）的控制。当卸荷继电器线圈得电吸合，其常开触点闭合后，30号线上的蓄电池电压就会加至X号线上，使连接在X号线上的鼓风机、空调电磁离合器以及散热器风扇控制部分（除风扇冷却液温度控制外）等均得电。



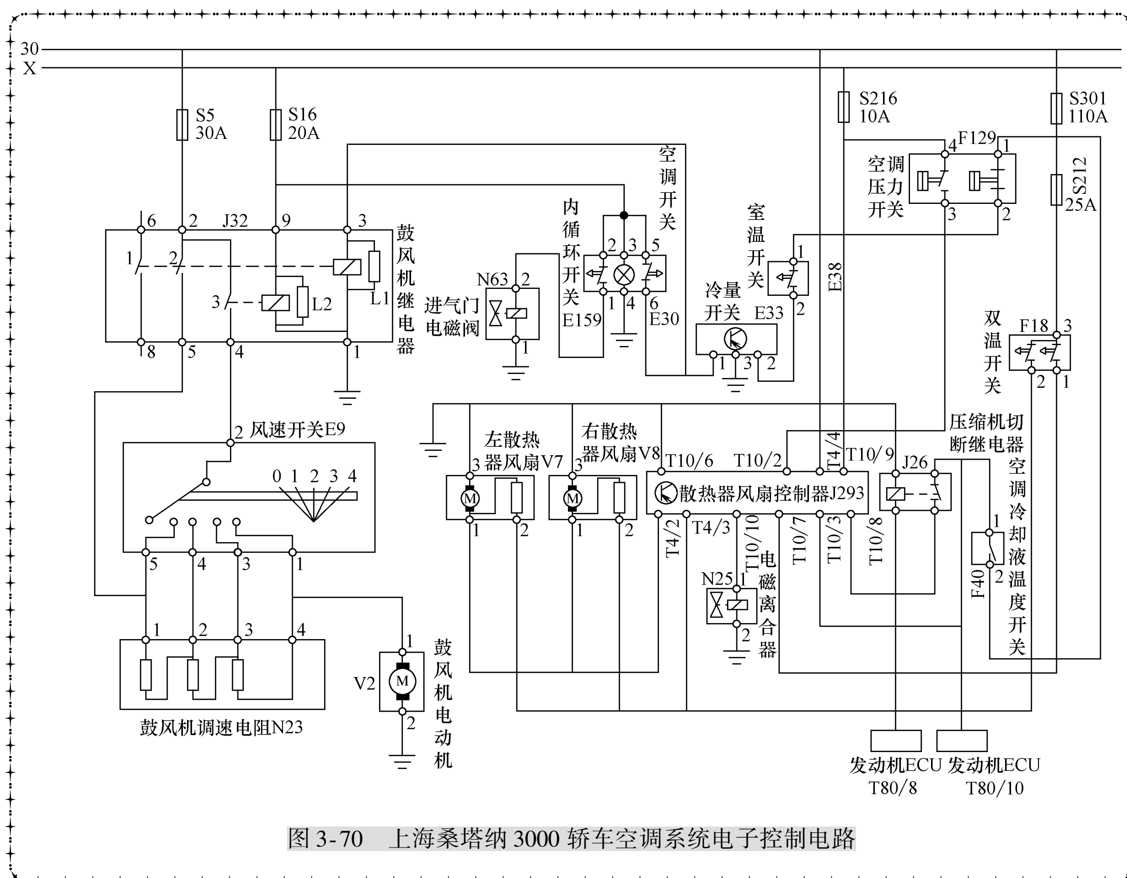
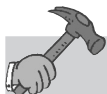


图 3-70　上海桑塔纳 3000 轿车空调系统电子控制电路



3-261　桑塔纳 3000 轿车空调系统鼓风机控制电路是怎样工作的？

桑塔纳 3000 轿车空调系统控制电路如图 3-70 所示，鼓风机控制电路的电流方向为：

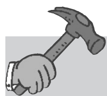
① 鼓风机电动机 V2 的供电受控于鼓风机继电器 J32，当闭合点火开关，X 号线通电，鼓风机继电器吸合，V2 才会得电工作。鼓风机共有四种不同的转速，以满足不同送风量的要求，转速的变换是由鼓风机风速开关 E9 通过切换调速电阻 N23 来实现的。

当点火开关处于 ON 位置时，X 号线通电，由此形成了以下的电流通路：X 号电源线→熔断器 S16→鼓风机继电器 J32 内的线圈 L2→搭铁→蓄电池负极。

当将鼓风机的风速开关置于 1、2、3、4 位时，就形成了以下的电流通路：蓄电池正极→30 号线→熔断器 S5→继电器 J32 内的线圈 2 的已闭合常开触点→风速开关 E9 的 2 端。此时，E9 若在 1 ~4 位，则鼓风机电动机 V2 均会得电工作，可从 1 位到 4 位，使鼓风机以依次升高的四种不同速度进行转动，实现对通风量的控制。当 E9 处于 0 位时，鼓风机将停止工作。

② 当 E9 在 0 位，打开空调开关 E30 时，鼓风机继电器 J32 吸合，以保证在启动空调系统时，鼓风机与空调系统同步工作，此时鼓风机以最低的转速工作。其电流通路如下：X 号线电源→熔断器 S16→空调开关 E30→鼓风机继电器 J32 内的线圈 1→搭铁→蓄电池负极。

上述电流通路使 J32 内继电器常开触点 2 得电闭合，从而又形成了如下的电流通路：蓄电池正极→30 号线→熔断器 S5→继电器 J32 内的线圈 L1 的已闭合常开触点→鼓风机调速电阻 N23→鼓风机电动机 V2→搭铁→蓄电池负极。



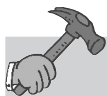
3-262 桑塔纳 3000 轿车空调电磁离合器控制电路是怎样工作的？

桑塔纳 3000 轿车空调系统控制电路如图 3-70 所示，**空调电磁离合器的状态除了受 X 号线、空调开关 E30、冷量开关 E33、室温开关 E38、空调冷却液温度开关 F40 以及空调压力开关 F129 的控制外，还受散热器风扇控制器 J293 和发动机 ECU 的控制**。如果不满足上述任一单元所设定的条件，空调电磁离合器的供电都将被切断，从而使压缩机停止工作。

开启空调后，12V 电压从 X 号线经熔断器 S16、空调开关 E30、冷量开关 E33、室温开关 E38、空调压力开关 F129（低压开关）、空调冷却液温度开关 F40 后分成三路：第一路到发动机控制单元 ECU 的 T80/10 端，作为空调请求信号；第二路到散热器风扇控制器 J293 的 T10/3 端，作为散热器风扇低速档工作信号；第三路经空调压缩机切断继电器 J26 触点加至散热器风扇控制器 J293 的 T10/8 端，作为电磁离合器工作信号。

当发动机 ECU（J220）的 T80/10 端收到空调请求信号时，发动机 ECU（J220）的 T80/8 端输出高电压，压缩机切断继电器 J26 电流通路使继电器吸合。

当散热器风扇控制器 J293 的 T10/8 端为高电平时，风扇控制器的 T10/10 端输出 12V 电压控制空调电磁离合器吸合，空调工作。



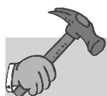
3-263 桑塔纳 3000 轿车空调散热器风扇控制电路是怎样工作的？

桑塔纳 3000 轿车空调系统控制电路如图 3-70 所示，**散热器风扇除了受冷却液温度和发动机室温度的控制外，还受空调系统工作状态的控制。**

① 散热器风扇低速运转。当发动机运转时，如接通冷量开关 E33，散热器风扇控制器 J293 的 T10/3 端为高电平时，风扇控制器的 T4/3 端输出 12V 电压控制左、右散热器风扇 V7、V8 低速运转。

当发动机冷却液温度达 95℃时，双温开关 F18 内的低温触点（右边）闭合，12V 电源电压经触点接通风扇电动机的低速档，左、右散热器风扇 V7、V8 低速运转。

② 散热器风扇高速运转。当发动机冷却液温度达 102℃时，双温开关 F18 内的高温触点（左边）闭合，12V 电压经闭合的触点到散热器风扇控制器 J293 的 T10/7 端。风扇控制器的 T4/2 输出 12V 电压控制左、右散热器风扇 V7、V8 高速运转。



3-264 桑塔纳 3000 轿车空调高、低压开关及其他保护电路是怎样工作的？

当空调管路压力高于 1.45MPa 时，空调压力开关 F129 中的 1.45MPa 压力开关（左边）



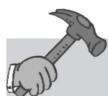
闭合，散热器风扇控制器 J293 的 T10/2 端为高电平，其 T4/3 端输出 12V 电压控制散热器风扇高速运转，冷却强度加强，使空调系统的冷凝器迅速散热，用于降低制冷系统中的压力。

当空调制冷剂泄漏后，如果管路静态压力低于 0.2MPa，空调压力开关 F129 内的 0.2/3.2MPa 压力开关（左边）则断开，散热器风扇控制器 J293 的 T10/3 端失电，空调停止工作，以防止空调压缩机在润滑不良的情况下运转而损坏。当管路压力高于 3.2MPa 时，0.2/3.2MPa 压力开关也断开，空调不工作，以保护空调管路及压缩机。同理，当发动机冷却液温度高于 119℃时，空调冷却液温度开关 F40 断开，空调也将停止工作。

空调压缩机切断继电器 J26 由发动机 ECU 的 T80/8 端控制。**它有双向作用：一是控制全负荷时切断空调；二是空调工作时，控制发动机怠速提升。**当发动机 ECU（J220）有故障或处于急加速工况时，发动机 ECU 的 T80/8 端输出低电平，使压缩机切断继电器 J26 停止工作，散热器风扇控制器 J293 的 T10/8 端为低电平，从而使压缩机停止工作。

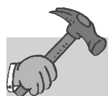
第4章

空调取暖、通风与配气系统检修



4-265 什么是汽车空调取暖系统？

现代汽车空调已发展成为冷暖一体化装置，不仅能制冷，而且能制热和通风，成为适应全年性气候的空气调节系统。汽车的取暖系统是将车内空气或进入车内的外部空气送入热交换器，吸收某种热能量，从而提高空气的温度，并利用鼓风机将热空气送入车内，提高车内的温度的一种装置。

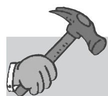


4-266 汽车空调取暖系统的作用是什么？

汽车空调取暖系统的主要作用是和蒸发器一起将空气调节到乘员感觉舒适的温度。

（1）**取暖**　冬季天气寒冷，在运动的汽车内人们感觉更寒冷。这时，汽车空调可以向车室内提供暖风，提高车室内的温度，使乘员不再感觉到寒冷。

（2）**除霜**　冬季或者初春，室内外温差较大，车窗玻璃会结霜或起雾，影响驾驶人和乘客的视线，不利于安全行车，这时可以用暖风来除去玻璃上的霜和雾。



4-267 汽车空调取暖通风系统在车上的布置是怎样的？

向车厢内供暖是汽车空调的重要功能之一，而汽车空气调节的目的不是单纯的制冷和供暖，而是在不断变化的车外大气环境下，保持车内的温度、湿度在一定范围内，并保证送入车内的空气清新，所以必须有通风配气系统对已经制冷和加热的空气重新进行调和温度、输送和分配。图4-1所示为丰田锐志车的暖风通风系统风道布置图。



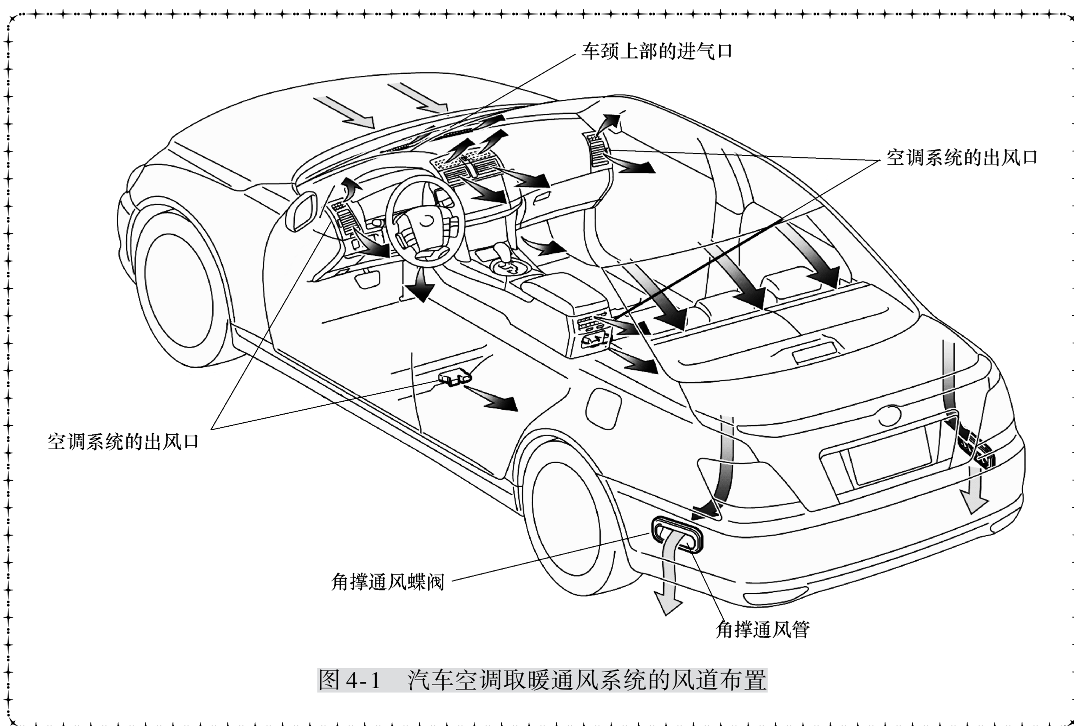
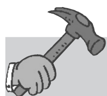


图4-1　汽车空调取暖通风系统的风道布置



4-268 根据热源不同，汽车空调取暖系统分为哪些类型？

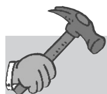
（1）**热水取暖系统**　热水取暖系统利用的是发动机冷却液的热量，这种系统大多用于轿车、大货车及要求不高的大客车上。

（2）**独立燃烧取暖系统**　独立燃烧取暖系统安装有专门的燃烧机构，这种系统多用于大客车上。

（3）**综合预热取暖系统**　综合预热取暖系统是既采用发动机冷却液的热量，又装有燃烧预热器的综合加热装置，此种系统多用于大客车上。

（4）**气暖取暖系统**　气暖取暖系统利用的是发动机排气系统的热量，这种系统多用于风冷式发动机上。

不论利用何种热源，热量都是通过热交换装置传递给空气，并通过风机把热空气送入驾驶室内的。



4-269 按空气循环方式不同，汽车空调取暖系统分为哪些类型？

（1）**内循环式**　利用车室内空气循环，将车室内用过的空气作为载热体让其通过热交换器升温，升温后的空气再进入车室内供取暖用，如图4-2所示。这种方式消耗的热量少，但从卫生标准看最不理想。

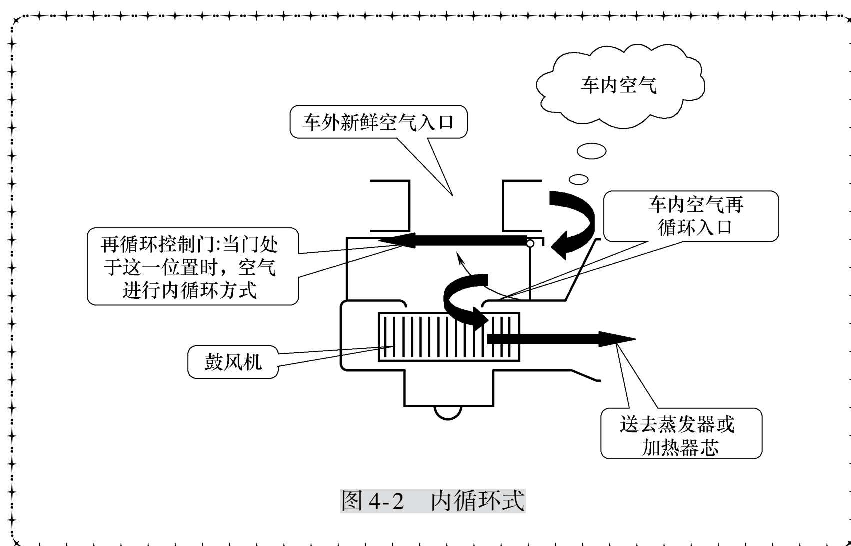


图 4-2　内循环式

（2）**外循环式**　利用车外空气循环，全部用车外新鲜空气作为载热体让其通过热交换器升温，升温后的空气再进入车室内供取暖用，如图 4-3 所示。**从卫生标准看外循环最理想，但这种方式消耗的热量大，是最不经济的**。高级轿车通常采用这种方式。

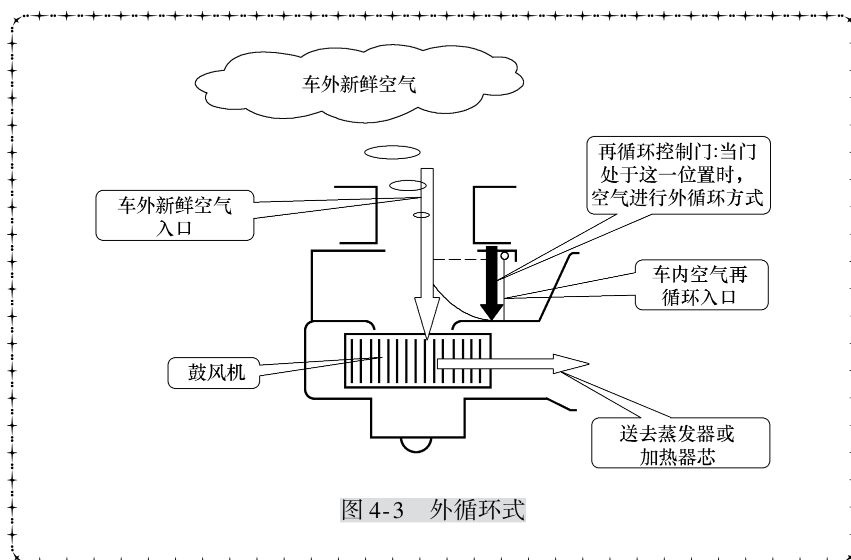


图 4-3　外循环式

（3）**内外混合循环式**　指既引进车外新鲜空气，又利用部分车室内空气作为载热体让其通过热交换器升温，升温后的空气再进入车室内供取暖用，如图 4-4 所示。**从卫生标准和消耗的热量看，其介于内循环和外循环之间，是当前应用最广泛的方式。**



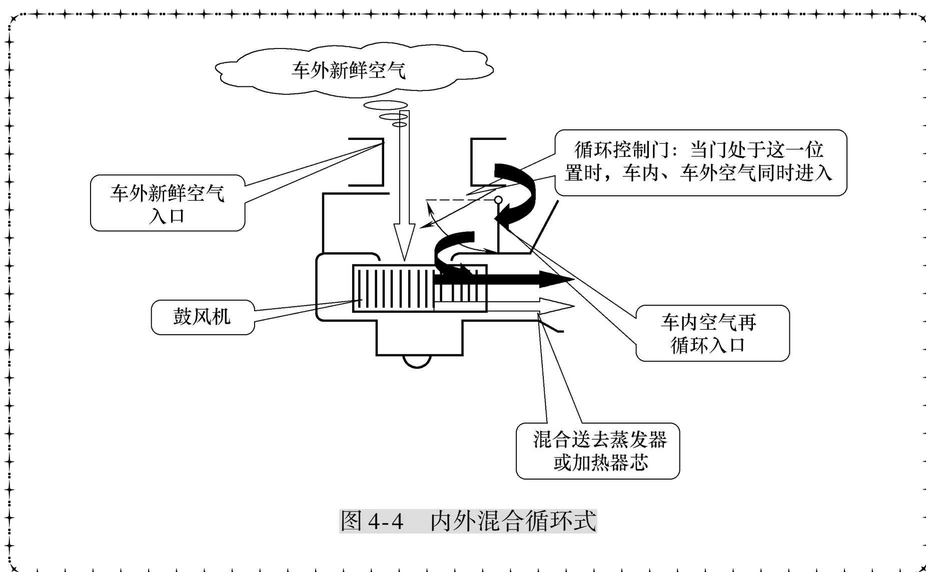
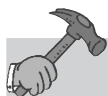


图4-4　内外混合循环式



4-270　汽车空调的热水取暖系统是如何工作的？

热水取暖系统实际上是发动机冷却系统的一部分，借助于发动机的水泵实现热水循环。**热水取暖系统的热源通常采用发动机的冷却液，使冷却液流过一个加热器芯，再使用鼓风机将冷空气吹过加热器芯加热空气，使车内的温度升高。**其工作原理如图4-5所示。此装置设备简单，安全经济，但热量小，受发动机运行工况影响，发动机停止运行时，没有暖气提供。

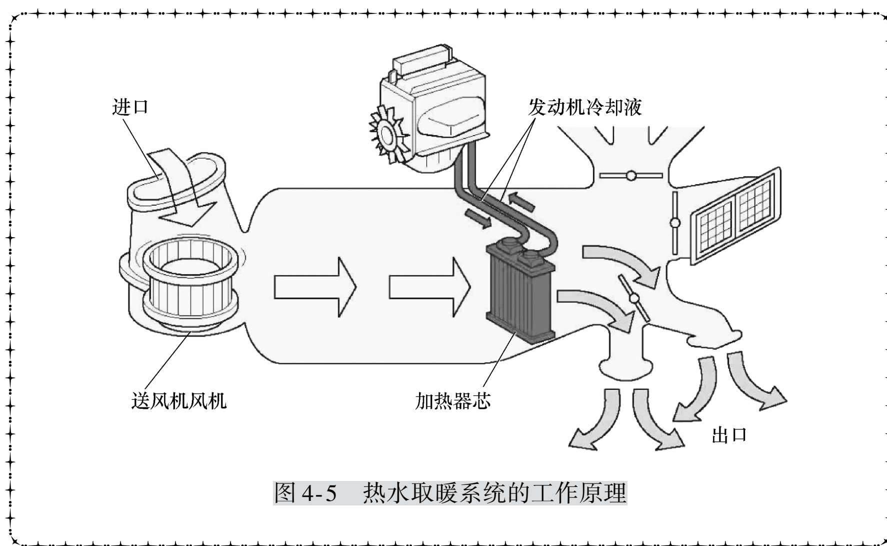


图4-5　热水取暖系统的工作原理

在通风装置中，由风机（鼓风机电动机）强制使空气循环运动。空气经由进风口被吸入，流经加热器时被加热，并由出风口导出，进入车厢内实现取暖或为风窗除霜，如图4-6所示。

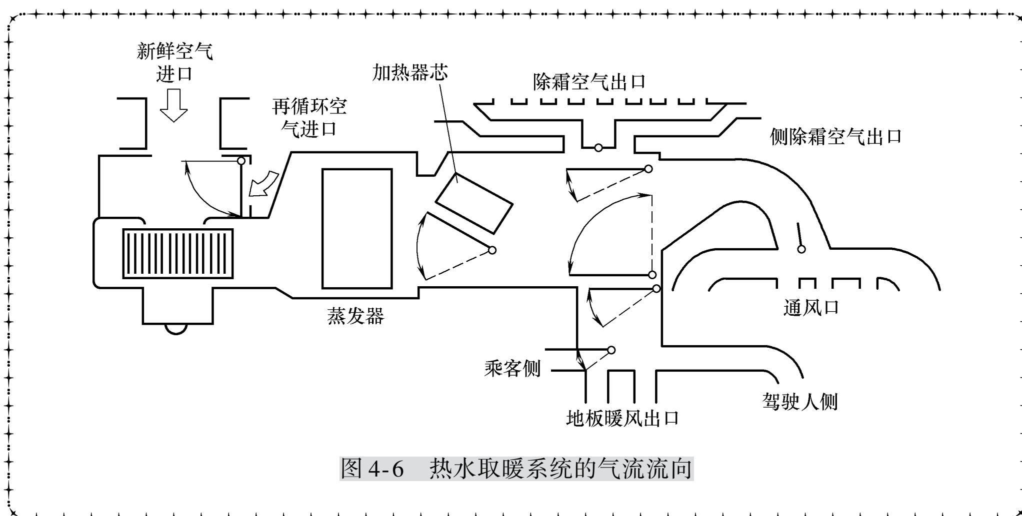
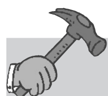


图 4-6　热水取暖系统的气流流向



4-271　热水取暖系统的组成结构是怎样的？

热水取暖系统主要由加热器芯、水阀、鼓风机、控制面板及相应的管路等组成，如图 4-7所示。其在车上的安装位置如图 4-8 所示。

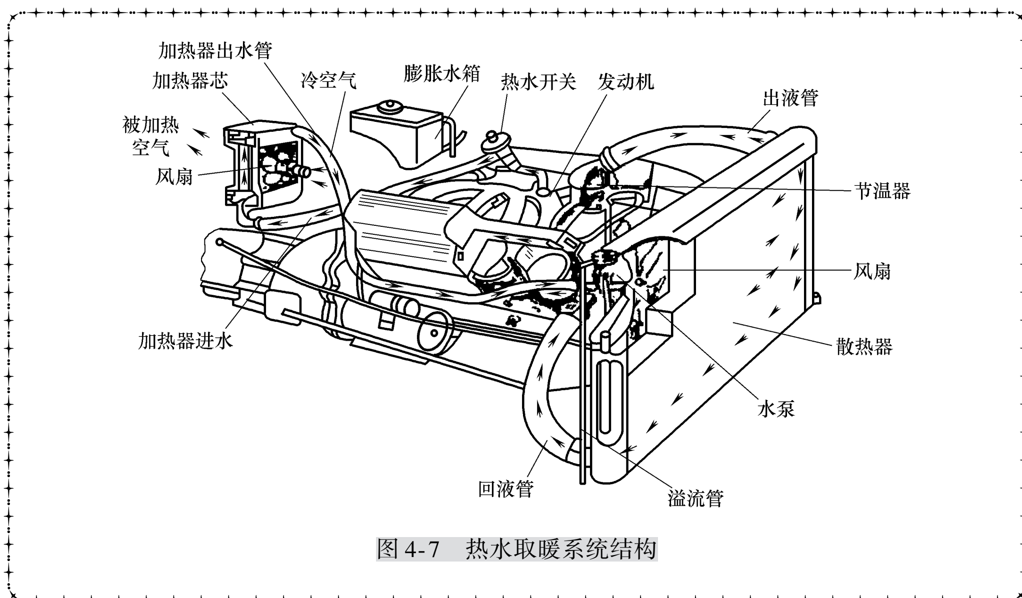


图 4-7　热水取暖系统结构

（1）加热器芯　加热器芯的结构如图 4-9 所示。它由水管和散热器片组成。发动机的冷却液进入加热器芯的水管，通过散热器片散热后，再返回发动机的冷却系统。

（2）水阀　水阀用来控制进入加热器芯的水量，进而调节暖风系统的加热量。调节时，可通过控制面板上的调节杆或旋钮进行控制。其结构如图 4-10 所示。



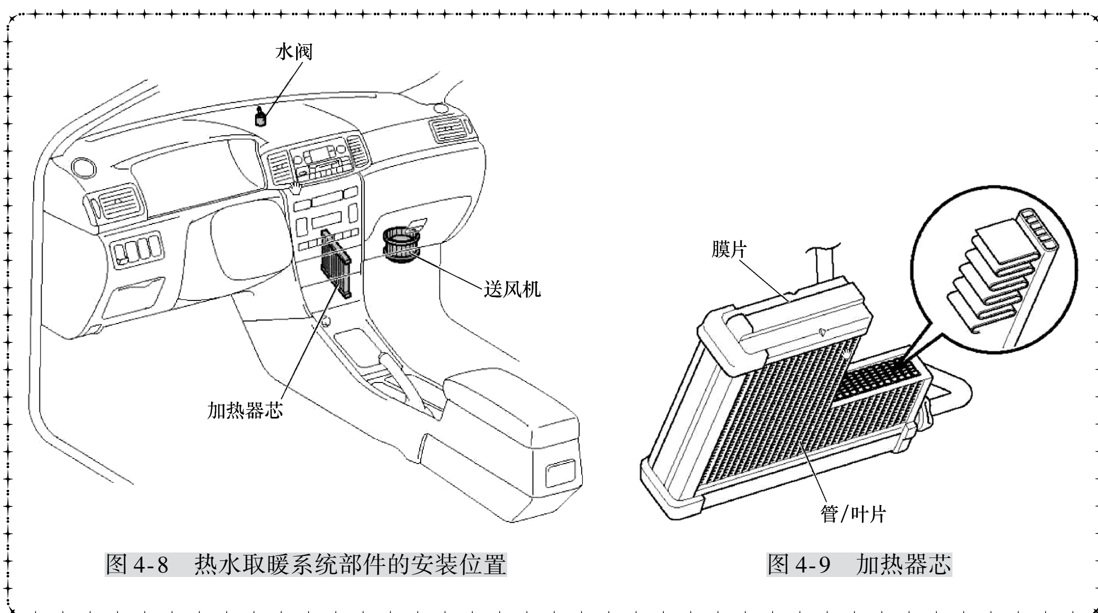


图4-8　热水取暖系统部件的安装位置

图4-9　加热器芯

（3）鼓风机　鼓风机由可调节速度的直流电动机和鼠笼式风扇组成，其作用是将空气吹过加热器芯加热后送入车内。调节鼓风机电动机的速度，可以调节车厢内的送风量。鼓风机的结构如图4-11所示。

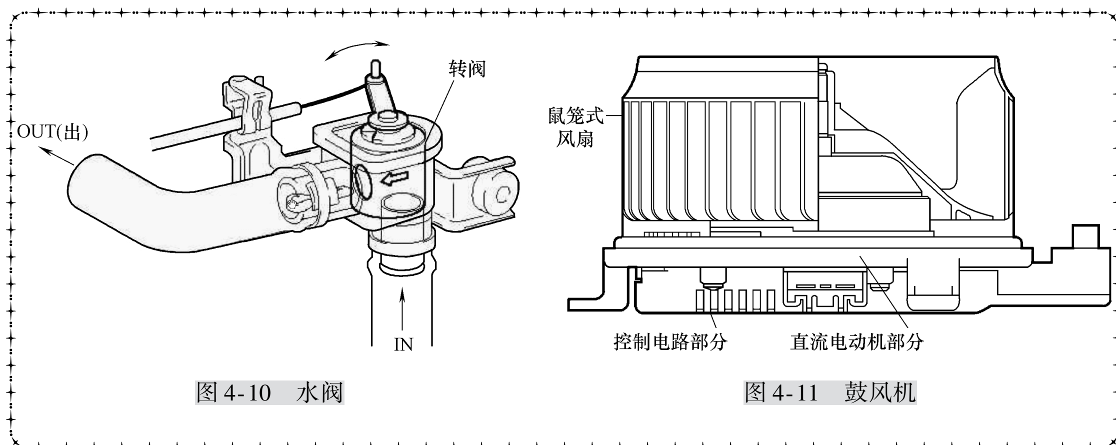
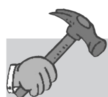


图4-10　水阀

图4-11　鼓风机



4-272　热水取暖系统调节温度的方式有几种类型？ 各是怎样的？

就暖风系统而言，其温度的调节方式有两种，一种是空气混合型，另一种是水流调节型。

（1）空气混合型　这种类型的暖风系统在暖风的气道中安装空气混合调节风门，这个风门可以控制通过加热器芯的空气和不通过加热器芯的空气的比例，实现温度的调节。目前

绝大多数汽车均采用这种方式，其示意图如图 4-12 所示。

（2）水流调节型　这类暖风系统采用水阀进行调节，通过水阀调节流经加热器芯冷却液的热水量，以改变加热器芯本身的温度，进而调节温度。其调节示意图如图 4-13 所示。

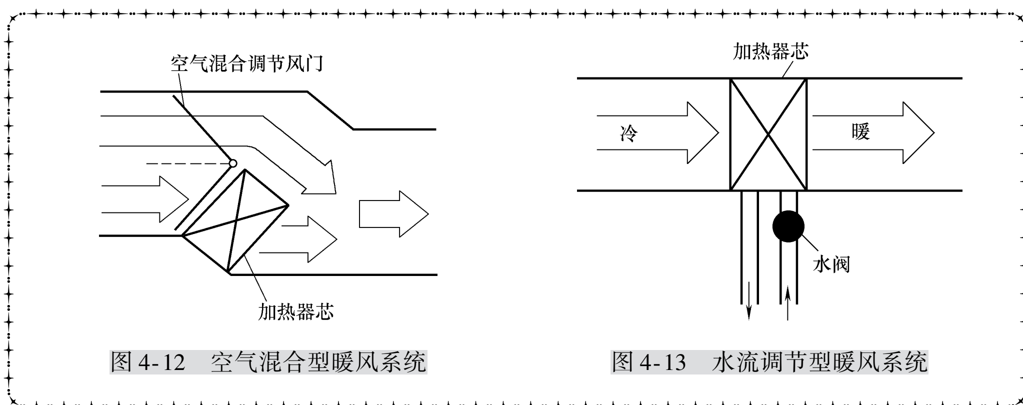
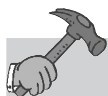
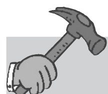


图 4-12　空气混合型暖风系统　　图 4-13　水流调节型暖风系统



4-273　什么是气暖式暖风装置？ 有几种类型？

利用发动机排气管中的废气余热或冷却发动机后的灼热空气作为热源，通过热交换器加热空气，把加热后的空气输送到车室内供取暖用的装置，称为气暖式暖风装置。**这种暖风装置受车速变化的影响大，对热交换器的密封性、可靠性要求高。**其结构形式包括气暖肋片式和气暖热管式两种类型。



4-274　气暖肋片式暖风装置的结构是怎样的？

在发动机排气管上装一段肋片管，管外套上外壳，如图 4-14 所示，**管内通发动机排气，外壳与管子之间的夹层中通空气，这段管子就是热交换器。**在鼓风机的作用下，将空气吸入并加热后送入车室。加肋片的目的在于增加换热面积以强化换热。值得注意的是排气中含有二氧化硫和水分等杂质，具有腐蚀性。因此，要求这段管必须是耐腐蚀的，连接处应密封严实，且应经常检查。如因受腐蚀而管穿孔，废气将和空气一起进入车室内危及人体健康和安全。现在这种系统已经较少使用。

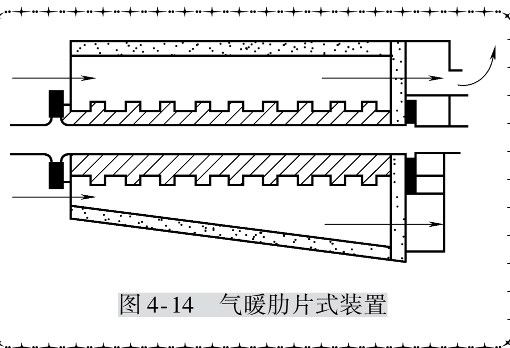
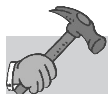


图 4-14　气暖肋片式装置



4-275　气暖热管式暖风装置的结构是怎样的？

热管技术的工作原理如图 4-15 所示，车用发动机的废气流经热管的吸热端，利用鼓



风机强制车室内空气流过热管的放热端，真空密闭的金属管（热管）内装入约占热管容积 1/3 的工作液体（工作液体的种类视工作温度的范围而定，有多种物质可以利用，在一般情况下可选用水、氨、乙醇、R13 等），在管子下部（即吸热端）的工作液体被发动机废气热流体加热，吸收热量后沸腾变为气体。由于气体的密度小而上升，到管子的上部将热量传给车室内的空气而凝结（垂直布置可利用重力差，加速凝结液回流，稳定其换热性能），凝结液沿管内壁流回下部，再吸热沸腾为气体。如此反复进行，不断地将下部的热量传到上部。这种气-气式热管换热器，结构简单，启动快，传热系数高，换热效果好，不需外加动力也无运动部件，维护方便；突出的特点是发动机排出的废气和进入车室内取暖用空气互不泄漏，工作安全可靠。图 4-16 所示为热管换热器安装在汽车上的一例。

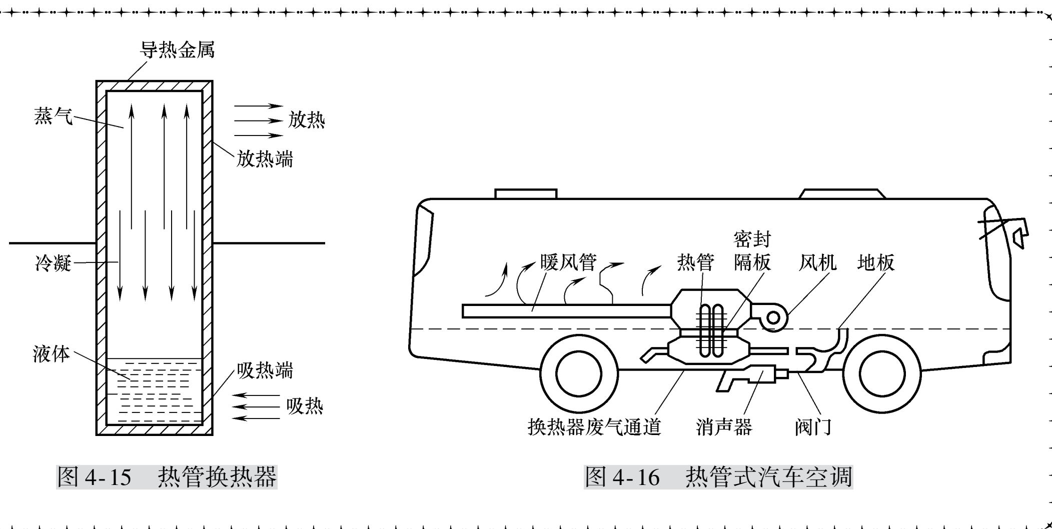
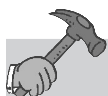


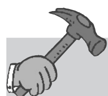
图 4-15 热管换热器

图 4-16 热管式汽车空调



4-276 独立燃烧式暖风装置包括哪几种类型？

发动机余热式取暖装置普遍受发动机功率和工况的影响，车速低、下坡时取暖效果不佳。目前大客车普遍采用**独立燃烧式暖风装置**，其热容量大，热效率可达 80%；一般可使用煤油、轻柴油作燃料；一般**包括直接式（空气加热式）和间接式两种类型**。



4-277 直接式（空气加热式）独立燃烧式暖风装置的结构是怎样的？

图 4-17 所示为**直接式暖风装置结构**。这种装置**通常由燃烧室、热交换器、供给系统和控制系统四部分组成**。燃烧室由火花塞和燃料分布器组成，燃料分布器直接装在暖房空气送风机的电动机轴上，在工作时，由其内部出来的燃油在离心力作用下便于雾化。热交换器位于燃烧室后端，由双层腔组成，内腔通过的是燃烧的高温气体，外腔通过的是新鲜空气，便于冷热交换。供给系统包括燃料供给系统，助燃空气供给系统和被加热空气供给系统三个部

分。其中燃料供给系统由燃料泵、电动机、燃油电磁阀、油箱和输油管组成。助燃空气供给系统和被加热空气供给系统共用一台电动机，电动机两端各装一台鼓风机供两个系统使用。控制系统有手动和自动两种方式，用来控制电动机、电磁阀、点火装置及自动控制元件的工作。

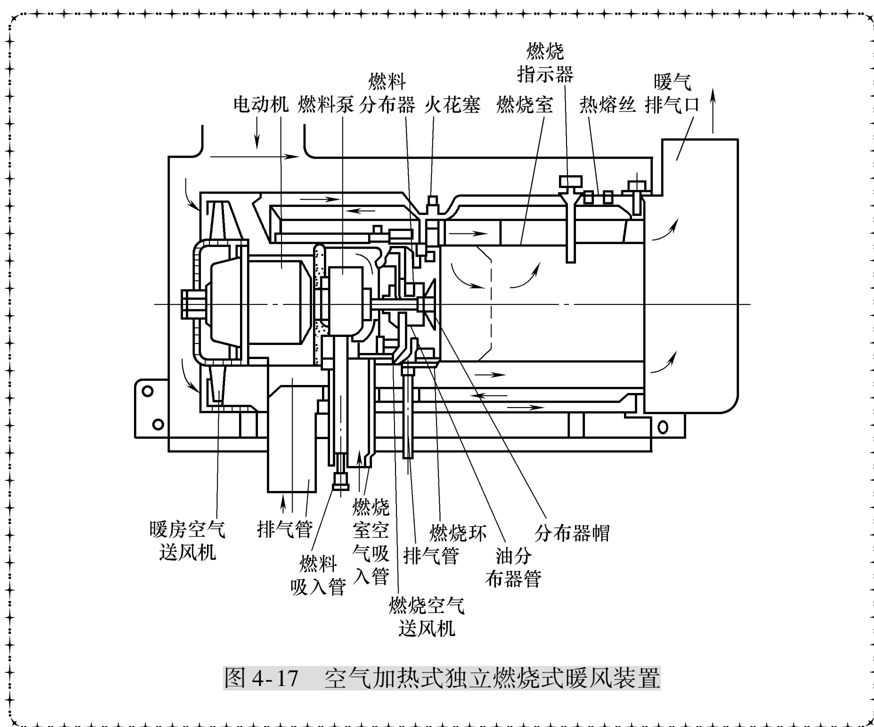
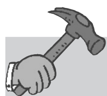


图 4-17　空气加热式独立燃烧式暖风装置



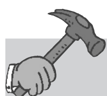
4-278　直接式（空气加热式）独立燃烧式暖风装置的工作过程是怎样的？

如图 4-17 所示，直接式（空气加热式）独立燃烧式暖风装置工作时，燃油由电路电磁阀和液压泵来控制。当打开暖风开关时电磁阀打开，电动机工作，与其同轴的燃料泵工作，燃油从油箱经滤清器进入燃料分布器，在离心力作用下飞散雾化，并与供给燃烧的空气混合进入燃烧室。火花塞通电点火，使混合气点燃，燃烧后的高温气体在与新鲜空气换热后，由排气管排向大气。另一方面，在电动机轴前端安装的暖房空气送风机向内送入空气，经换热器加热后由暖气排出口进入车室内的管路和送风口。

由于燃烧时温度高，因此对其安全保护就相当重要，暖风出口温度过高时，过热保护器就开始动作，断开电磁阀的电源，停止燃油供应。另外，燃烧终止或停机时，供油中断，不再燃烧，送风机应继续运行一段时间，直至感测温度指示装置正常才停止，这样可保护燃烧室不会因过热而受损。

该装置的优点是取暖快，不受汽车行驶工况的影响。缺点是用空气作交换热介质，提供的暖风是高温、干热状态，舒适性差。





4-279 间接式独立燃烧式暖风装置的结构和工作过程是怎样的？

间接式独立燃烧暖风装置用水作为载热介质向车室内提供暖风，出风柔和，舒适感好，且采用内循环空气、灰尘少，效果较为理想。其**最大优点是不仅可供车室内取暖用，还可供预热发动机、润滑油和蓄电池等**。如果这种水加热器与汽车发动机的冷却系统连通起来，则可起互补作用。当发动机冷却液温度低于 80℃时加热器工作，而冷却液温度高于 80℃时，恒温器动作，自动切断燃油泵电源，由发动机冷却液提供热源。这样既保证水加热器不致因过热而损坏，又可节约能源。

燃气取暖系统的示意图如图 4-18 所示，燃油和空气在燃烧室中混合燃烧，加热发动机的冷却液，加热后的冷却液进入加热器芯向外散热，降温后返回发动机再进行循环。

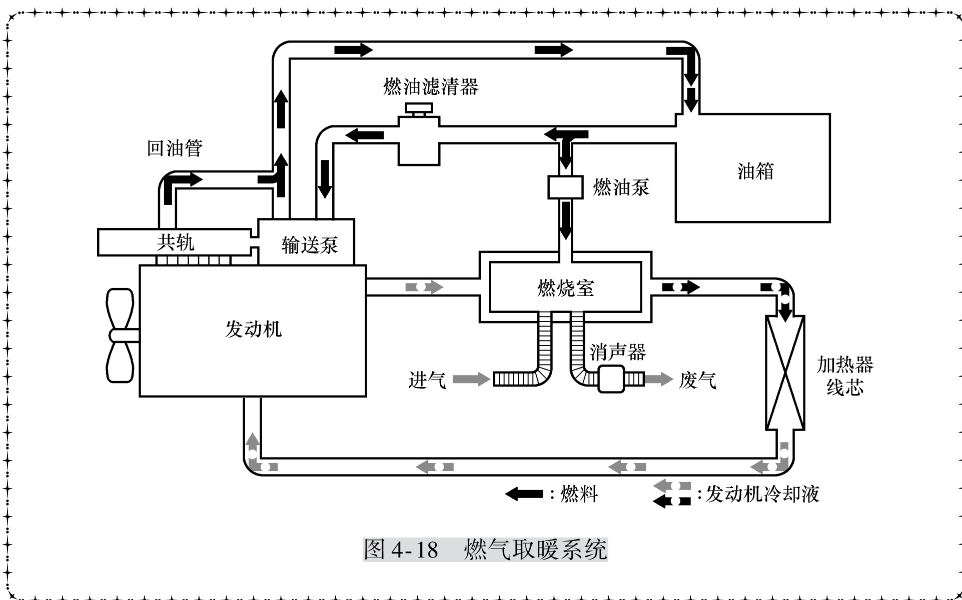
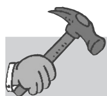
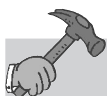


图 4-18　燃气取暖系统



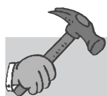
4-280 什么是通风？ 为什么汽车上设置通风装置？

由于汽车车室一般比较小，而人员往往较多，为了健康和舒适，汽车车室内空气必须符合一定的卫生标准，这就需要输入一定量的新鲜空气。**将新鲜空气送进车室内，取代污浊空气的过程，称为通风**。新鲜空气进入量必须大于排出和泄漏的空气量，以保持车内压力大于车外压力，目的是防止外面空气不经空调装置直接进入车内，而且能防止热空气排出，以及避免发动机废气通过回风道进入车内，污染空气。因此，对车室内进行通风换气以及对车室内空气进行过滤、净化是十分必要的。汽车通风和空气净化装置也是汽车空调系统的重要组成部分。



4-281 通风换气量的标准是怎样的？ 汽车空调的通风方式一般有哪几种？

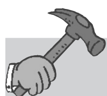
根据我国对轿车、客车空调的新鲜空气要求，换气量按人体卫生标准最低不少于 20m^3/(h·人)，且车室内的 CO_2 的体积分数一般应控制在 0.03%以下，风速在 0.2m/s 左右。**汽车空调的通风方式一般有动压通风、强制通风和综合通风三种。**



4-282 什么是动压通风？ 动压通风是如何实现的？

动压通风也称自然通风，它利用汽车行驶时对车身外部所产生的风压为动力，在适当的地方开设进风口和排风口，以实现车内的通风换气。

进、排风口的位置取决于汽车行驶时车身外表面的风压分布状况和车身结构形式。进风口应设置在正风压区，并且离地面尽可能高，以免引入带有汽车行驶时扬起的尘土的空气。排风口则应设置在汽车车厢后部的负压区，并且应尽量加大排风口的有效流通面积，提高排气效果，还必须注意应防止尘土、噪声以及雨水的侵入。



4-283 为什么轿车大都采用动压通风？

图 4-19 所示是用普通轿车车身的模型进行风洞试验的表面压力分布图。由图可见，车身外部大多受到负压，只有车前及前风窗玻璃周围为正压区。因此，轿车的进风口设在车窗的下部正风压区，而且此处都设有进气阀门和内循环空气阀门，用来控制新鲜空气的流量。一般在汽车空调系统刚启动，而且车内外温差较大时，关闭外循环气道，采用内循环方式工作，这样可以尽快降低车内温度。排风口设置在轿车尾部负压区。动压通风时，车内空气的流动如图 4-20 所示。**由于动压通风不消耗动力，且结构简单，通风效果也较好，因此，轿车大都设有动压通风口。**

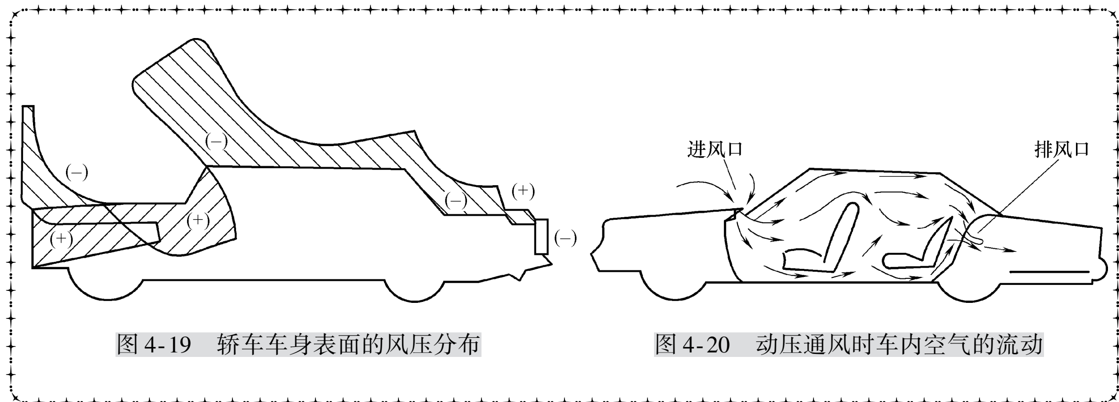
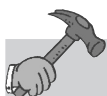


图 4-19 轿车车身表面的风压分布

图 4-20 动压通风时车内空气的流动





4-284 什么是强制通风？ 如何实现强制通风？

强制通风是利用鼓风机强制将车外空气送入车厢内进行通风换气的，如图4-21所示。这种方式需要能源和通风设备。在冷暖一体化的汽车空调上，大多采用通风、供暖和制冷的联合装置，将外界空气与汽车空调冷暖空气混合后送入车内，此种通风装置常见于高级轿车和豪华旅行车上。

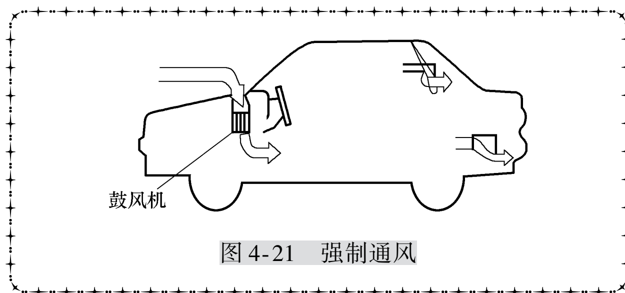
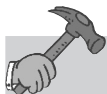


图4-21　强制通风

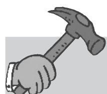


4-285 什么是综合通风？ 如何实现综合通风？

将动压通风和强制通风两种通风方式结合起来，就形成了综合通风方式。汽车在低速行驶时采用强制通风，高速行驶时采用动压通风，这样就保证了汽车在各种工况下都能保持良好的通风效果，同时也降低了功耗。

采用综合通风系统的汽车比单独采用强制通风或自然通风的汽车结构要复杂得多。最简单的综合通风系统是在自然通风的车身基础上，安装强制通风扇，根据需要可分别使用和同时使用。这样，基本上能满足各种气候条件下的通风换气要求。

综合通风系统虽然结构复杂，但省电，经济性好，运行成本低。特别是在春秋季节的天气，用动压通风导入凉爽的室外空气，以取代制冷系统工作，同样可以保证舒适性要求。这种通风方式近年来在汽车上的应用逐渐增多，目前小型汽车上基本上都采用了综合通风的方式。



4-286 汽车空调为什么要对车室内空气进行净化处理？

汽车空调的空气净化包括两部分：车室外空气的净化和车室内循环空气的净化。车室外空气受到环境的污染，如粉尘、公路上汽车排出的废气（含有的CO_2、CO、NO_x、SO_x、HC和烟雾）；车室内循环空气受到工作过程和人的活动的污染，如发动机的废气通过车底的缝隙进入车室内及人体发出的汗臭、CO_2等，对人体健康都会造成不利的影响，使人精神疲倦，容易造成行车事故。这些污染极大地降低了空调的舒适性能。因此，必须对汽车空调的车室内空气进行净化处理，图4-22所示为新马自达3空调系统空气净化器的位置及结构。

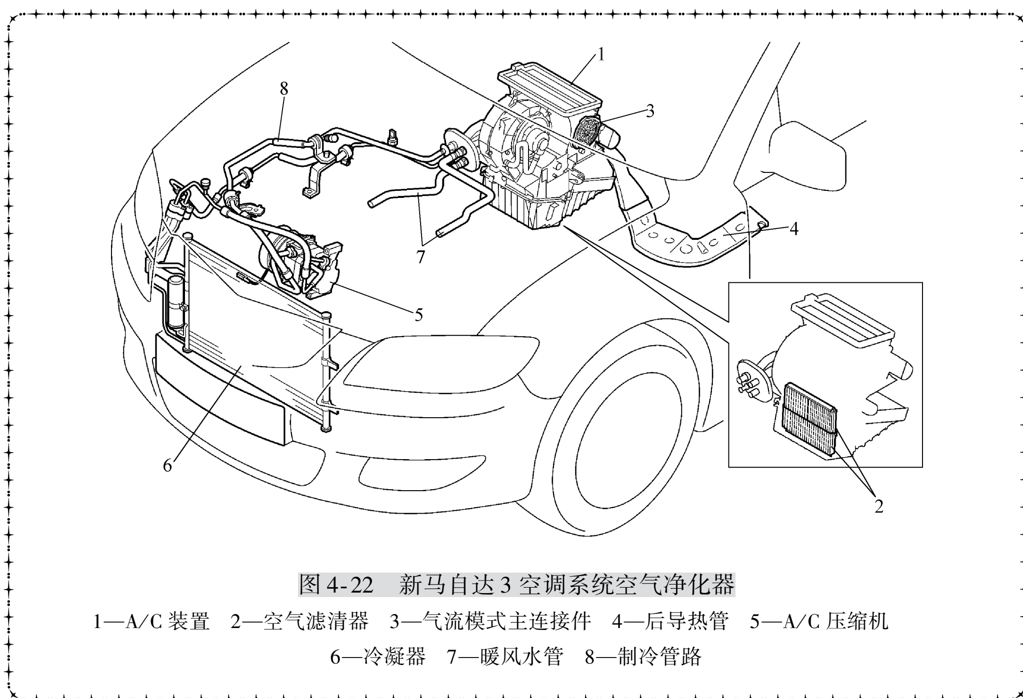
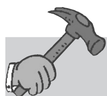


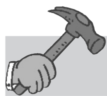
图 4-22　新马自达 3 空调系统空气净化器

1—A/C 装置　2—空气滤清器　3—气流模式主连接件　4—后导热管　5—A/C 压缩机　6—冷凝器　7—暖风水管　8—制冷管路



4-287　汽车空调系统常用的空气净化装置有哪几种类型？

汽车空调系统采用的空气净化装置通常有空气过滤式和静电除尘式两种。空气过滤式是在空调系统的送风和回风口处设置空气滤清装置，如图 4-22 所示，它仅能滤除空气中的灰尘和杂物。其结构简单，只需定期清理过滤网上的灰尘和杂物即可，故广泛用于各种汽车空调系统中。静电除尘式则是在空气进口的过滤器后再设置一套静电除尘装置或单独安装一套用于净化车内空气的静电除尘装置。它除具有过滤和吸附烟尘等微小颗粒杂质的作用外，还具有除臭、杀菌、产生负氧离子以使车内空气更为新鲜洁净的作用。由于其结构复杂，成本高，因此只用于高级轿车和旅行车上。



4-288　过滤除尘式空气净化装置的结构和除尘原理是怎样的？

过滤除尘的原理主要是对尘埃起筛滤作用和拦截作用，还有惯性作用和扩散作用。过滤除尘主要用无纺布、过滤纤维纸组成干式纤维滤清器和金属网格浸油滤清器。在干式纤维滤清器中，对于较大粒度的尘埃，可利用其惯性作用，来不及随气流转弯而碰撞到孔壁上，在重力作用下跌掉下来；对于微小颗粒，在围绕交错的纤维表面作布朗运动时，和纤维接触而沉积下来，并且在与纤维摩擦中产生静电作用，被纤维吸附在其表面。其优点是简单、价廉，缺点是气流阻力太大。

金属网格浸油滤清器是多层金属网格组成的，它沿气流方向分布孔径逐渐减小的金属



网。空气过滤室下面有一个油槽，并用电动泵将油雾化喷在网格上。当尘埃随空气通过滤清器时，因多次曲折运动，总会碰撞到孔格上，并被油粘住，随油滴一起跌落到槽底。这种滤清器简单、价廉、效果好。图4-23所示为静电除尘式空气净化装置的空气净化过程，预滤器装在最前端，用于过滤大颗粒的杂质。

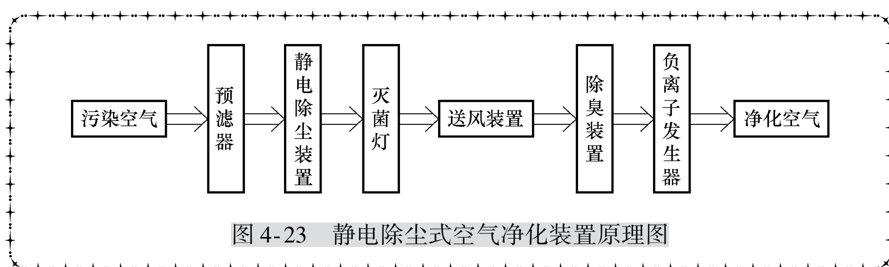
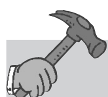


图4-23　静电除尘式空气净化装置原理图



4-289　静电除尘式空气净化装置的结构和除尘原理是怎样的？

静电除尘则以静电方式把微小的颗粒尘埃、烟灰及汽车排出的气体中含有的微粒吸附在除尘板上。其工作原理是**通过高压放电时产生的加速离子通过热扩散或相互碰撞而使浮游尘埃颗粒带电，然后在高压电场中库仑力的作用下，克服空气的阻力而被吸附在除尘电极板上**，如图4-24所示。其中，图4-24a所示是放电电极流出的辉光电流使尘埃颗粒带电的状况，图4-24b所示为带电的尘埃颗粒向除尘电极板运动的状况。

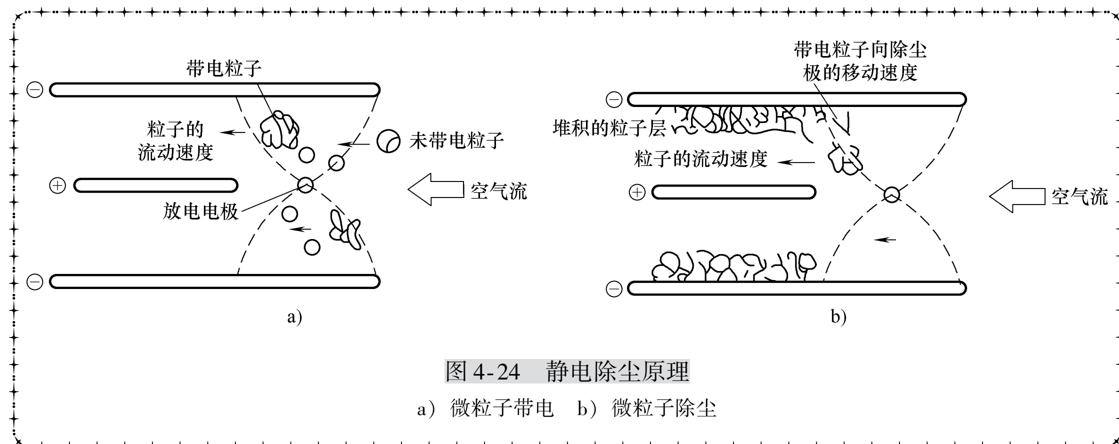


图4-24　静电除尘原理

a）微粒子带电　b）微粒子除尘

灭菌灯用于杀死吸附在除尘板上的细菌，它是一种低压水银放电管，能发射出波长为353.7mm的紫外线光，其杀菌能力约为太阳光的15倍。

除臭装置用于除去车厢内的油料及烟雾等气味，一般采用活性炭过滤器、纤维式或滤纸式空气过滤器来吸附烟尘和臭气等有害气体。图4-25所示为实用的静电除尘式空气净化装置结构示意，它通常安装在制冷、取暖采用内循环方式的大客车上。其工作过程是：首先粗滤器除去空气中较粗的尘埃；再由静电除尘器吸附微细尘埃；通过活性炭过滤器除去烟和臭

气；由负离子发生器供给负离子；最后由鼓风机将净化的空气送入车室内。其净化后的空气清洁度很高，可以充分满足对舒适性的要求。

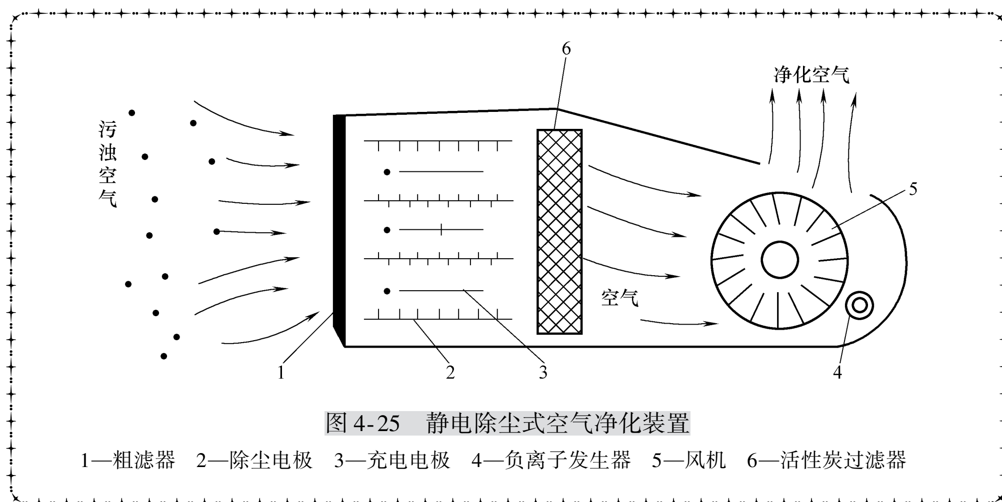


图 4-25　静电除尘式空气净化装置

1—粗滤器　2—除尘电极　3—充电电极　4—负离子发生器　5—风机　6—活性炭过滤器

有些车辆的空气净化系统在滤清器中加入活性炭，可吸收空气中的异味；有些车辆在净化系统中设有香烟传感器，当传感器检测到车内存在烟气时，便通过放大器自动使鼓风机以高速档运转，排出车内的烟气。这种净化装置如图 4-26 所示。

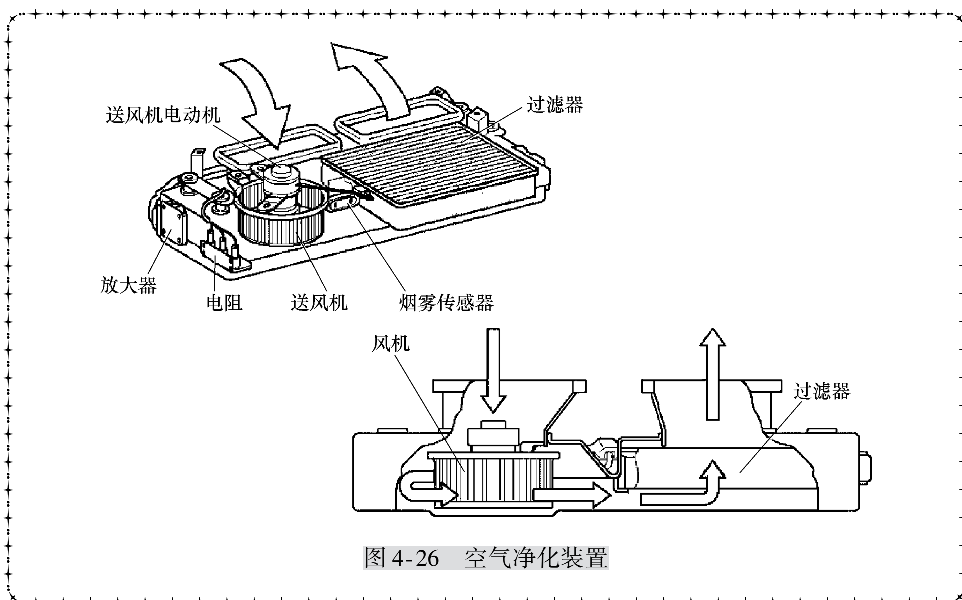
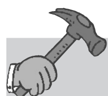


图 4-26　空气净化装置



4-290　汽车空调的气流分配形式有哪几种类型？

汽车空调已由单一制冷或取暖的方式发展到冷暖一体化方式，由季节性空调，发展到全年性空调，真正起到空气调节的作用。系统根据空调的工作要求，可以将冷、热风按照配置



送到驾驶室内，满足调节需要。汽车空调典型配气方式有空气混合式和全热式，如图4-27所示。

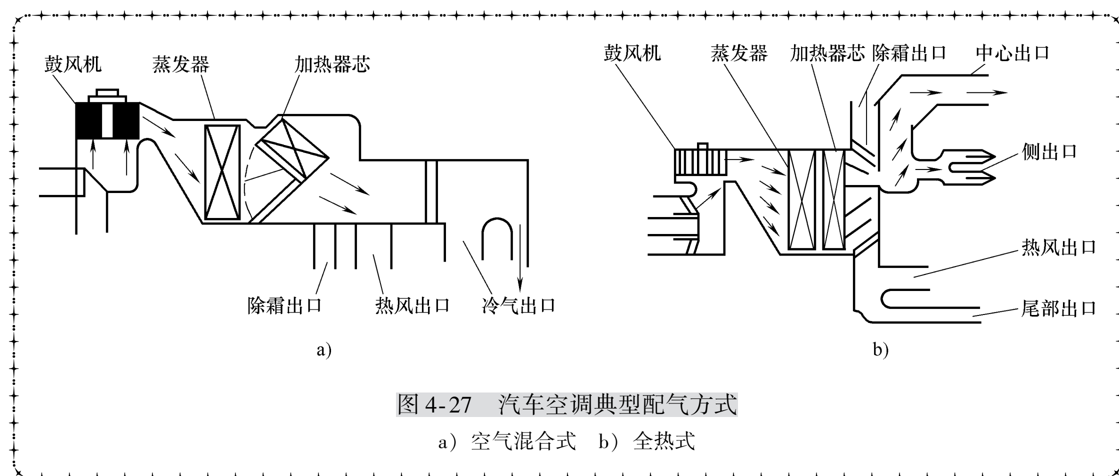
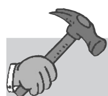
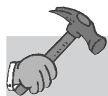


图4-27　汽车空调典型配气方式
a）空气混合式　b）全热式



4-291 空气混合式气流分配形式的换气过程是怎样的？

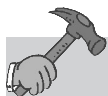
空气混合式空调气流分配的过程：外气＋内气→进入鼓风机→进入蒸发器冷却→由风门调节进入加热器芯加热→进入各吹出口。风门顺时针旋转时，空气经过蒸发器（冷空气）后再进入加热器芯的空气量随着风门旋转而减少，即被加热的空气少，这时主要由冷气出口吹冷风。反之，风门逆时针旋转时，吹出的热风多，处理后的空气进入除霜出口或热风出口。



4-292 全热式气流分配形式的换气过程是怎样的？

全热式空调的工作过程：外气＋内气→进入风机→进入蒸发器冷却→全部进入加热器芯→由风门调节风量后进入各吹出口。从图4-27中可以看出，全热式与空气混合式温度调节的最大区别是：由蒸发器出来的冷空气全部直接进入加热器芯，两者之间不设风门进行冷热空气的混合和风量的调节。

经过配气、温度调节后上述两种方式都能达到各吹出口要求的风量和温度，绝不是全热式只出热风，而空气混合式出冷、热、温风。实质上无论哪种调温方式，都要按进入车室内空气状态的要求对空气进行冷却和升温处理。



4-293 汽车空调配气系统的基本结构是怎样的？

图4-28所示为汽车空调配气系统的基本结构，它通常由三部分构成：第一部分为空气进入段，主要由用来控制新鲜空气和车室内循环空气的风门叶片和伺服器组成；第二部分为空气混合段，主要由加热器、蒸发器和调温门组成，用来提供所需温度的空气；第三部分为

空气分配段，使空气吹向面部、脚部和风窗玻璃上，主要包括中风门，下风门，除霜门和上、中、下风口。

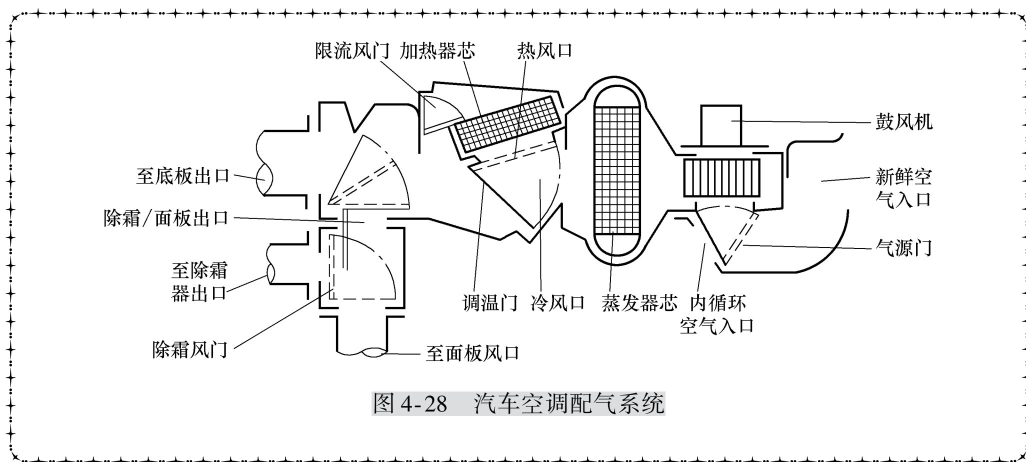
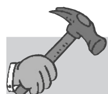


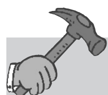
图 4-28　汽车空调配气系统



4-294 汽车空调配气系统实现配气的方式有哪几种？ 配气系统的工作过程是怎样的？

汽车空调配气系统实现配气的方式是通过手动控制钢索（手动空调）、真空气动装置（半自动空调）或者电控气动装置（全自动空调）与仪表板空调控制键连接动作，执行配气工作的。

空调配气系统的工作过程：新鲜空气＋车室内循环空气→进入风机→空气进入蒸发器冷却→由风门调节进入加热器的空气→进入各吹风口。



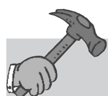
4-295 汽车空调配气系统各部分是如何实现配气的？

（1）**空气进入段**　空气进入段的风门用于控制新鲜空气和车室内空气的循环比例。例如，在夏季室外空气温度较高、冬季室外温度较低的情况下，尽量开小风门叶片，使压缩机运行时间减少。当汽车长期运行时，车室内空气品质下降，这时应定期开大风门叶片。一般汽车空调空气进入段风门开启比例为15%～30%。

（2）**空气混合段**　空气混合段的调温门主要用于调节通过加热器的空气量，发生降温、除湿的变化。当调温门处于全开位置状态时冷空气经过加热器，当调温门处于全闭位置状态时冷空气不经过加热器。这样只要调温门处于全开或全闭位置，就可得到最高或最低温度的空气。另外，也可调节调温门处于全开或全闭之间的不同位置，得到不同温度和湿度的空气。

（3）**空气分配段**　空气分配段的除霜门、中风门、下风门，可调节空调风吹向风窗玻璃及乘员的中上部或脚部。另外，控制空调内风机转速，调节空调风的流量，以改变人体的感觉。





4-296　桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统控制开关的操作功能是怎样的？

桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统控制面板、空气通道及风门分布如图 4-29 所示。通风方向控制键 14 控制空气的分布，故又称为空气分布控制键。控制键 14 向左拨动时，足部出风门 10 打开，出风口 E 送风，各出风口的位置如图 4-30 所示。

除霜风门控制键 16 向右拨动时，除霜风门 17 打开，出风口 A、B 送风。通风方向控制键 14 和除霜风门控制键 16 向中间靠拢时，足部出风门 10 和除霜风门 17 均关闭，出风口 A、B、E 停止送风，此时出风口 C、D 送风量将增大。

温度调节控制键 15 用于调节暖风阀开度的大小，从而调节空气温度的高低，温控键 15 向右拨动时温度升高，向左拨动时温度降低，如此时空调开关接通，则冷气量将增大。

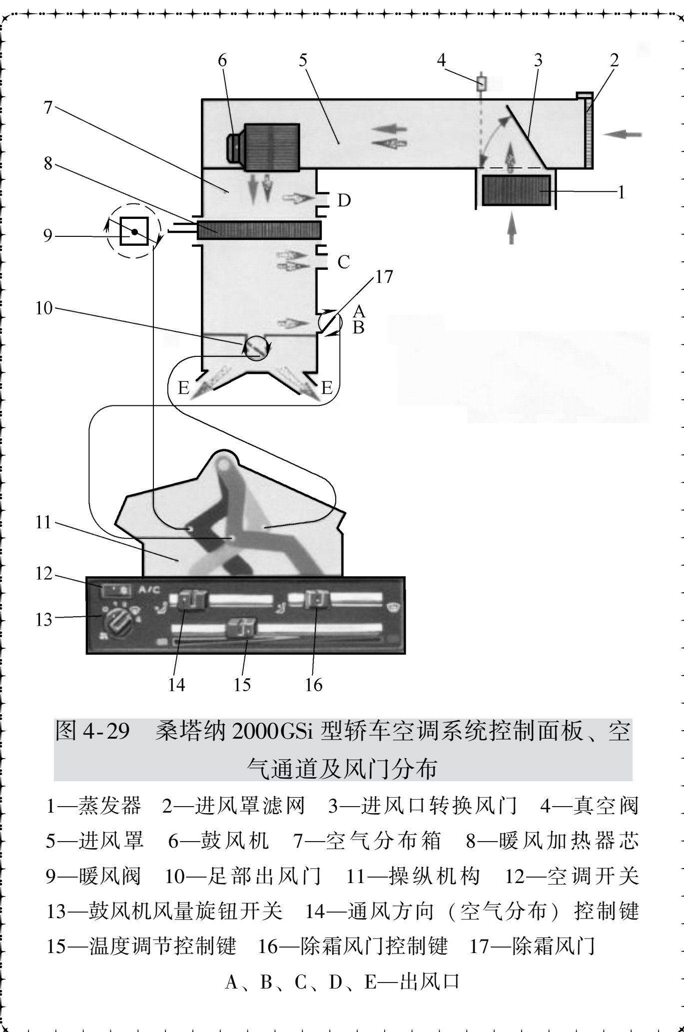
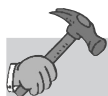


图 4-29　桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统控制面板、空气通道及风门分布

1—蒸发器　2—进风罩滤网　3—进风口转换风门　4—真空阀　5—进风罩　6—鼓风机　7—空气分布箱　8—暖风加热器芯　9—暖风阀　10—足部出风门　11—操纵机构　12—空调开关　13—鼓风机风量旋钮开关　14—通风方向（空气分布）控制键　15—温度调节控制键　16—除霜风门控制键　17—除霜风门　A、B、C、D、E—出风口

鼓风机风量旋钮开关 13 设有五个档位，当开关旋钮转到“0”档位时，如空调开关接通，鼓风机只能以低速运转来防止蒸发器表面温度过低而结冰或冻坏蒸发器。

空调开关接通时，开关内部的指示灯将发亮，指示空调开关已经接通，提醒驾驶人及时接通鼓风机开关使鼓风机运转送风，防止空气流量过小导致蒸发器表面温度过低而结冰或冻坏蒸发器。



4-297　桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统出风口的位置分布是怎样的？

桑塔纳 2000GSi 型轿车空调系统出风口的位置分布如图 4-30 所示。未经加热的新鲜空气和经过制冷系统制冷后的冷气均可从各个出风口 A、B、C、D、E 送入车厢内，其中，出风口 A、B、C、E 还可送出暖风。从后座出风口送出的空气与出风口 E 送出的空气均通过

操作通风方向控制键4进行调节。出风口C和D旁边和中间还设有调节送出空气气流大小和方向的滚花盘调节旋钮，可以单独调节送出空气气流的大小和方向。转动出风口C和D旁边的纵向滚花盘旋钮时，可以调节送出空气气流的大小，但在出风口C和D输送冷气时，其中必须有一个保持打开，以免造成制冷系统结冰而损坏制冷部件。转动出风口C和D中间的横向滚花盘旋钮时，可以调节出风叶片的偏转角度来改变送出空气气流的方向。

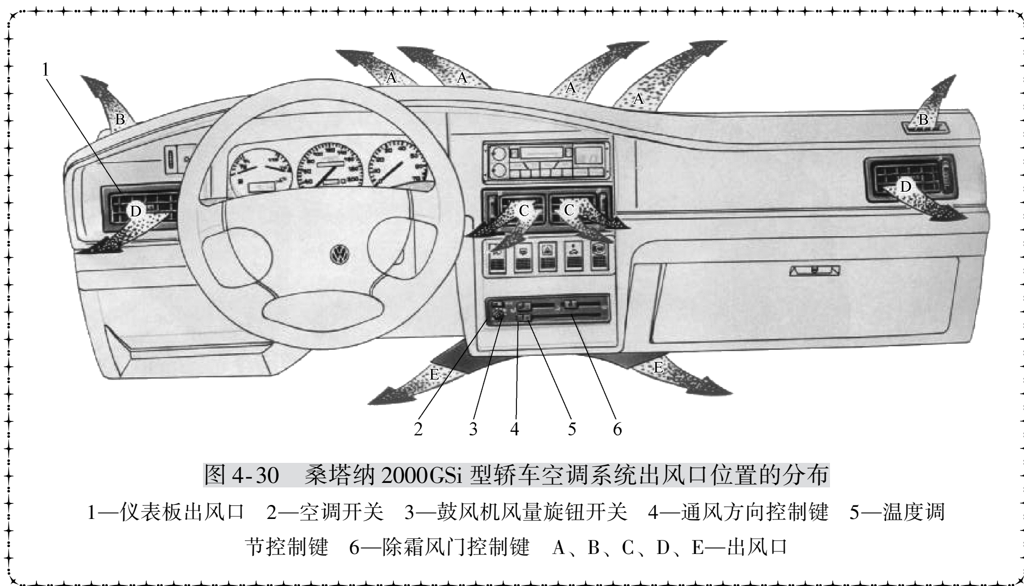
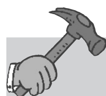


图4-30　桑塔纳2000GSi型轿车空调系统出风口位置的分布

1—仪表板出风口　2—空调开关　3—鼓风机风量旋钮开关　4—通风方向控制键　5—温度调节控制键　6—除霜风门控制键　A、B、C、D、E—出风口



4-298　如何实现空调冷气量的调节？

在夏季炎热天气行车时，可用空调系统为车内提供冷气降温。**使用空调时，首先转动鼓风机风量旋钮开关使鼓风机运转，然后单击空调开关，使空调电磁离合器线圈电路接通，发动机便带动压缩机运转，制冷系统开始循环工作提供冷气**，与此同时，空调开关内的指示灯发亮，提醒驾驶人空调已经接通。

接通空调开关、制冷系统提供冷气后，便可根据冷气温度要求调节温度调节控制键来选择车内乘员需要的冷气温度，同时转动鼓风机风量旋钮开关所处档位来调节鼓风机转速，即冷气气流的大小。

如果前排乘员对冷气气流大小或方向感觉不够满意，则可转动图4-30所示出风口C和D旁边或中间的滚花盘旋钮进行调节，并保证出风口C和D中有一个保持打开状态，以免造成制冷系统结冰而损坏制冷部件。

如果仅用通风就能达到所需温度要求，则应关闭空调开关使制冷系统停止工作，以便延长制冷系统的使用寿命。



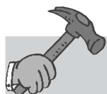
4-299　如何实现空调最大冷气量的调节？

在炎热的夏季或车内温度较高、需要供给较大冷气量来降温时，首先起动发动机运转，



然后单击空调开关，使压缩机运转制冷提供冷气，再关闭所有车门，并将温度调节控制键拨到最左端（温度最低一端，图 4-30），鼓风机风量旋钮开关旋转到“4”档（最高档），通风方向控制键向右移到最右端，除霜风门控制键向左移到最左端，前排乘员需要的冷气气流大小和方向还可调节出风口 C 和 D 旁边或中间的滚花盘旋钮进行调节。

注意，必须保证出风口 C 和 D 中有一个出风口保持常开，以免造成制冷系统结冰而损坏制冷部件。



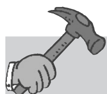
4-300　如何实现空调车内取暖的调节？

汽车冷暖一体化空调系统普遍采用了利用发动机冷却液的余热来提高车内空气温度的非独立式采暖系统，其采暖方法是先将发动机冷却液引入暖风加热器芯中，然后利用鼓风机将已被加热的空气送入车厢内，使车厢内空气温度升高来满足车内乘员取暖要求。因此其暖风系统一般都是在发动机冷却系统的基础上，增设鼓风机（与制冷系统公用）、暖风加热器芯和暖风阀等部件组成。

桑塔纳 2000GSi 型轿车冷暖一体化空调系统用鼓风机和暖风加热器芯在空调中的安装位置如前述图 4-29 所示，暖风加热器芯通过进水口和出水口与发动机冷却液管路连接。提供冷气的蒸发器和提供暖气的暖风加热器芯安放在同一个送风通道内，控制加热器芯进水量的暖风阀由控制面板上的温度调节控制键控制。当发动机正常工作、冷却液温度达到正常工作温度（95℃）后，即可接通空调鼓风机取暖。

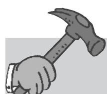
在冬季环境温度较低、车内乘员需要取暖时，先将通风方向控制键拨到左端，使图 4-29 所示足部出风门 10 打开，以便出风口 E 输送暖风；将除霜风门控制键拨到右端，使除霜风门 17 打开，以便出风口 A、B 输送暖风；调节图 4-30 所示出风口 C、D 旁边的纵向滚花盘旋钮，使出风口 C 打开、出风口 D 关闭。然后根据取暖温度需要，将鼓风机风量旋钮开关旋转到“2”档位置即可得到暖风取暖。

当车内温度达到所需温度后，通风方向控制键保持在左端，将除霜风门控制键向右拨到全行程的 2/3 位置，温度调节控制键向右拨到空气温度适宜位置，鼓风机风量旋钮开关旋转到“1”档位置，调节出风口 D 旁边的滚花盘旋钮，使出风口 D 打开输送新鲜空气，这样可以得到新鲜舒适的暖风。



4-301　如何实现春秋两季空调车内通风的调节？

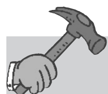
在春秋两季期间行车时，可用空调系统对车内进行强制通风换气。将温度调节控制键拨到最左端，以便关闭暖风阀。然后接通鼓风机风量开关，各出风口均可供给新鲜空气。当通风方向控制键和除霜风门控制键都拨到中间位置时，出风口 C、D 的出风量最大。



4-302　如何实现冬季空调风窗及侧窗除霜的调节？

当风窗及侧窗需要除霜时，将所有控制键拨到右端（图 4-30），鼓风机风量开关转到“2”档位置，关闭出风口 C、D，即可达到除霜之目的。

当空气潮湿、风窗及侧窗玻璃上结雾需要除去时，将温度调节控制键和除霜风门控制键拨到右端，鼓风机风量旋钮开关转到“2”或“3”档位置，温度调节控制键向右拨到暖风区域，关闭出风口 C、D，即可达到除雾之目的。



4-303 切诺基手动空调的控制面板的鼓风机开关是怎样控制的？

空调控制面板安装在驾驶室前壁，由驾驶人操纵，板面布局的形式有多种，但功能基本一致。以切诺基空调控制面板（图 4-31）为例介绍。

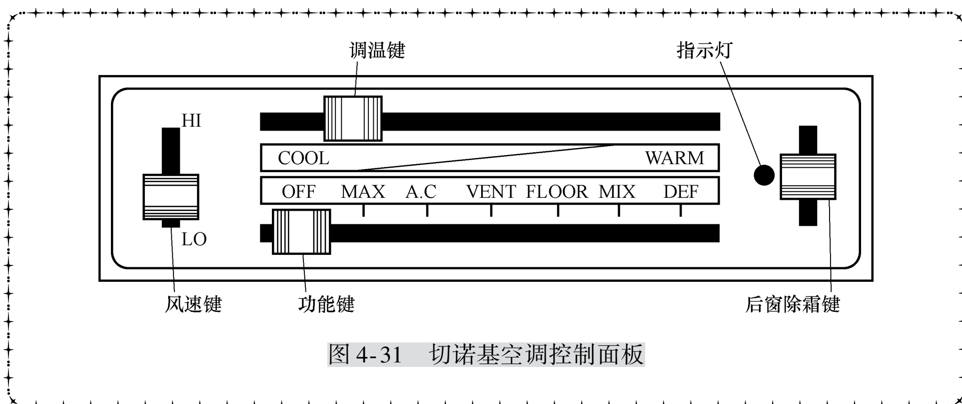
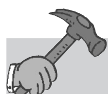


图 4-31　切诺基空调控制面板

切诺基的鼓风机开关从 LO 至 HI 风速依次从低至高分 4 速控制。鼓风机为直流电动机，其转速的改变是通过调整串入鼓风机电路的电阻值来实现的。鼓风机调速电阻安装在鼓风机罩的左前方，裸露在风道内，与它串联的还有一个限温开关，当温度超过某一值时，开关断开。鼓风机除在停用状态不工作外，在制冷、取暖、通风状态均可工作。



4-304 切诺基手动空调的控制面板的空调方式选择开关各部分功能是怎样的？

切诺基手动空调控制面板的空调方式选择开关（图 4-31）用于选择空调系统的各种功能，驾驶人可拨动开关在 7 个不同的位置进行选择，其字母含义如下。

OFF：关闭状态。此时，压缩机不工作，鼓风机不转，新风风门关闭，各风口均无风吹出。

MAX：最凉位置。压缩机工作，新风风门关闭，空气在车内循环，除霜风口关闭。此时调温键应放置在最左端以关闭热水阀，调风键亦置于较高风速。功能键置此位置，可较快地降低车内温度，但时间不宜过长，以防无新风导入，车内空气混浊。

A/C：空调正常位置。压缩机工作，但新风风门开启，乘员可移动调温键，感觉舒适为宜。正侧面风口吹冷风，除霜风口关闭。也有的空调面板用 NORM 表示“正常”。

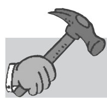
VENT：通风位置。压缩机不工作，加热器风门关闭，外面新鲜空气经出风口吹出。此位置一般在春秋季节使用。

HEAT：暖风位置。压缩机停止工作，热水阀开启，车外新风风门打开，脚下暖风量最大，暖风温度可随调温键移动而调节。

MIX：取暖除霜位置。脚下风口和除霜风口同时吹出暖风，其他与暖风位置同。有的车没有 MIX 这一项，代之以 BI. LEVEL，即双层出风位置。与 MIX 不同的是这种方式风从中风口和下风口两层同时吹出。

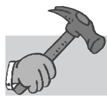
DEF：除霜位置。热空气主要流向玻璃，凡除霜的空气均来自车外的空气，因为冬季空气干燥，化霜效果好。如用车内循环风，则除霜效果不好。如车外气温超过 10℃，压缩机会自动工作，用蒸发器对车外空气冷却脱湿再加热，可更好地除霜。

另外，在控制面板的后面还设有真空控制开关。当驾驶人操纵空调方式选择开关时，真空控制开关随之联动，通过改变真空通路控制真空驱动器，调节各通风门的状态及热水阀的开度。



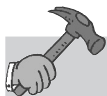
4-305　切诺基手动空调的控制面板的温度选择开关是如何操作的？

温度选择开关是控制温度门的开关，用钢丝和温度门连接。随着开关的拨动，温度从最冷 COOL 至最暖 WARM 可无级调节。当开关处于左半区时，温度门关闭通向加热器的风道，出来的空气是未经加热的空气。当开关处于右半区时，温度门打开通向加热器的风道，送入车内的空气是经过除湿后的暖空气。



4-306　全自动空调系统控制面板的结构是怎样的？

汽车空调配气系统各风门的位置变化主要由拉索操纵机构、真空操纵机构或电动机伺服装置控制，而上述操纵机构又受驾驶人面板功能键的控制。目前**控制面板可分为人工控制面板和自动控制面板两种**。对于不同类型的汽车空调，人工控制面板的控制键和形式有所不同，但它们的控制内容基本相同。



4-307　本田奥德赛轿车全自动空调系统如何操作？

本田奥德赛轿车全自动空调系统的操作控制面板如图 4-32 所示。要将车内空气环境设定成全自动控制模式，按压 AUTO 按键，然后再按压温度控制按键△或▽来设定所希望的温度，这时显示屏将显示“全自动”（FULL AUTO）字样；内循环按键上的指示灯也会显示所选择的是内循环模式还是新鲜空气模式。在上述操作之后，系统自动将空调处理过的和（或）加热过的空气适当混合，这样就可以快速地将车内温度从现有水平升高或降低到所设定的温度。

但是，**当所设定的温度为下限温度（18℃）或上限温度（32℃）时，系统将只能以“全冷气”或“全暖气”方式运转，而不能对车内温度进行调节**。只有当设定温度在18℃ $< t <$ 32℃之间时，全自动空调才会将车内温度调控到所设定的温度范围内。

在寒冷季节里，冷凝器风扇和散热器风扇将在驾车行驶一段时间及暖风装置开始产生暖

气流后（冷却液温度高于93℃）才开始自动运转。

如果按下OFF按钮，则完全关闭车内空气环境控制系统。此系统只可以短时间完全关闭。为了避免室内污浊空气的蓄积，应当一直保持鼓风机（室内）处于运转状态。

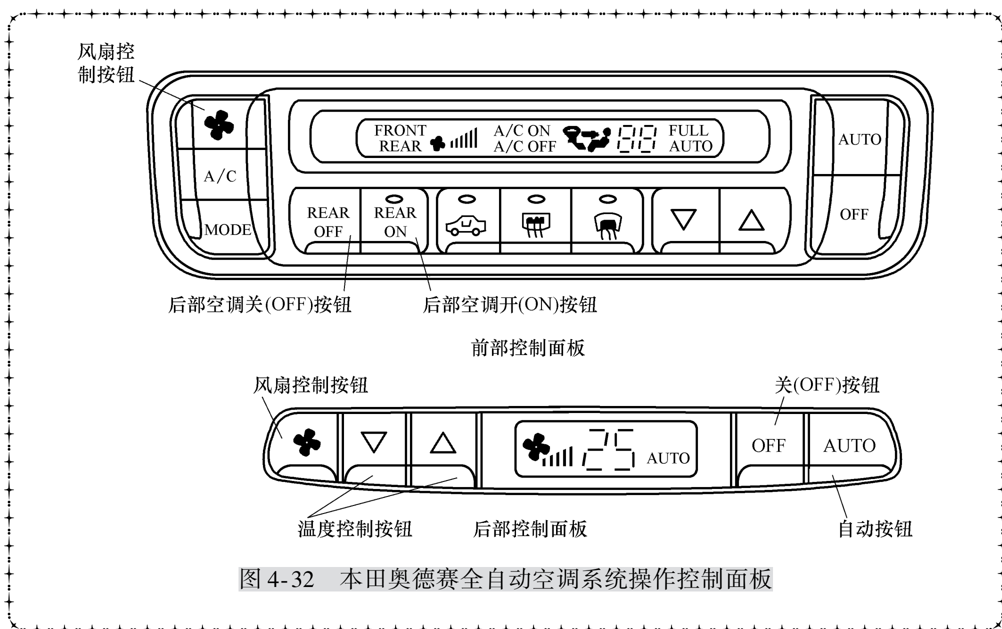
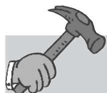


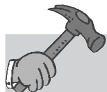
图4-32　本田奥德赛全自动空调系统操作控制面板



4-308　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）按钮如何操作？

本田奥德赛轿车半自动空调处于全自动（FULL AUTO）模式时，也可以通过手动方式选择室内空气环境控制系统的各种功能，而其余功能仍将保持自动控制。如果进行手动方式的选择，“FULL”字样将消失。

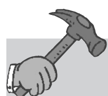
空调控制面板如图4-32所示，按压空调按钮可以开启（接通）或关闭（断开）空调，此时可看到显示屏上出现“A/C ON”或“A/C OFF”的字样。**在空调关断时，如果将车内温度设定为低于车外温度，则系统将无法调节车内温度**，只有当空调打开时，才可用温度按键（△或▽）将气流的温度调节至较为舒适的程度。总之，要想制冷，必须使空调压缩机电磁离合器接合。



4-309　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）内循环按钮如何操作？

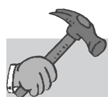
空调控制面板如图4-32所示，内循环按钮控制进入空调系统的空气来源，当按钮上的指示灯亮起时，来自车室内的空气再次进入系统（内循环）；当指示灯熄灭时，空气自车室外被导入（新鲜空气模式）。例如，当希望车室内快速升温、快速降温或驶经多烟尘地区时，可以用手动方式将系统设定为内循环模式。





4-310　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）风扇控制按钮如何操作？

空调控制面板如图4-32所示，可以通过按压风扇控制按钮来手动选择室内鼓风机的转速：第一次按压按钮，鼓风机便退出自动控制模式，开始以最低转速运行；再按一次可使转速加快，这时鼓风机风扇的转速档位会表示为在显示屏上的不同高度的条形液晶段。如果鼓风机风扇已经处于最高转速，再次按压按钮便跳回最低转速。



4-311　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）模式（MODE）按钮如何操作？

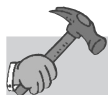
空调控制面板如图4-32所示，使用模式按钮可以选择鼓风机推送气流的出风口，在4种模式下，都会有一部分空气从仪表板角落的出风口格栅中吹出，每按一次MODE（模式）按钮，显示屏上都会显示出所选择的送风模式。可以连续按4次查看所有的模式，这4种模式是：

吹脚与除霜（F/D）——主气流被分成两部分，自地板出风口和风窗玻璃底部的除霜器出风口吹出，用于冬季的取暖与除霜。

吹脚（FOOT）——主气流自地板出风口吹出，用于冬季的取暖。

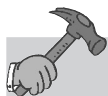
双层（B/L）——主气流被分成两部分，自仪表板出风口和地板出风口吹出，用于春秋季节的通风。

吹脸（FACE）——主气流自仪表板出风口吹出，用于夏季的制冷。



4-312　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）除霜（DEF）按钮如何操作？

空调控制面板如图4-32所示，按动除霜（DEF）按钮可以将主气流导向风窗玻璃，以便快速除霜，这可能会使已经选择的上述4种模式中的某一模式失效。当选择除霜模式时，空调开机运转，系统选择新鲜空气模式。为了快速除霜，还需要采用手动方式将鼓风机风扇设定为高速，也可以通过关闭仪表板侧面的出风口来增加流向风窗玻璃的气流。当再次按除霜按钮时，即为停止除霜，恢复原来设定的温度范围。

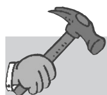


4-313　本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后窗除霜（REAR）按钮如何操作？

空调控制面板如图4-32所示，按动后窗除霜（REAR）按钮可以用来接通或断开后窗除霜器。后窗除霜多用在玻璃上含有炭粉的印制加热导线来完成。按下此按钮，按钮上

的指示灯亮，加热导线通电加热，除去后窗上的雾、霜及薄冰。断开点火开关时，后窗除霜器亦随之关断。当再次使用后窗除霜器时，必须再次将其按钮接通。

开车前，应确认后窗是否清洁，以确保良好的视野。**后窗内的印制除雾导线在擦拭玻璃时一定要横向擦拭，防止断路。**



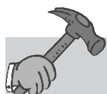
4-314 本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后部空调通/断（REAR ON/REAR OFF）按钮如何操作？

后部空调的控制面板有两处：一处与上述全车空调控制面板在一起，由驾驶人控制；另一处在第二排座椅上方的顶篷上，如图4-32所示，后排乘员也可以调节后部顶篷空调组件的冷气、暖气和通风气流。

按压“REAR ON”（后部空调开）按钮，可以起动后部空调，按钮上的指示灯亮起来表明后部空调已经工作，显示屏也将显示后部鼓风机风扇转速档位约10s，此时可以按鼓风机风扇控制按钮来调节后部空调组件的气流。

当显示屏显示出前部空调模式时，要想调节后部鼓风机转速，可以用风扇控制按钮来调节。

按压“REAR OFF”（后空调关）按钮，可以关闭后空调。



4-315 本田奥德赛轿车半自动空调（A/C）后部空调按钮如何操作？

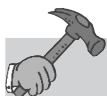
（1）**自动（AUTO）按钮**　要把后部空调设置成全自动模式，可先按AUTO按钮，再按压任一温度控制按钮（△或▽）来设定所希望的后部温度。显示屏上将显示“FULL AUTO”字样，后部鼓风机转速和气流会被自动调节。

如果在前部空调被关闭时按压AUTO（自动）按钮，则只有暖气功能可被自动控制，此时显示屏上将只显示“AUTO”字样而无“FULL”。

（2）**温度控制按钮**　利用△或▽按钮可设定后部空调的温度值。假如前部空调已被设定为下限（18℃）或上限（32℃），后部空调的温度将自动变成前部空调所设定的温度。若想改变后部空调设定的温度，可将前部空调的温度设定在18℃ $<t<$ 32℃。

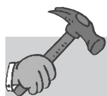
（3）**风扇控制按钮**　当空调系统处于“FULL AUTO”（全自动）模式时，可以手动单独选择后部鼓风机风扇的转速。若显示屏从“FULL AUTO”变成了“AUTO”，便意味着还有其他设备处于自动控制状态。每按一次风扇按钮，风扇转速将升高一档，后部风扇转速（档位）将在显示屏的垂直带上（5条不同长度）显示出来。

第 5 章 汽车自动控制空调系统检测



5-316 汽车空调的发展历程是怎样的？

汽车空调是汽车现代化的标志之一，它是为满足驾驶人的舒适性而设置的。**汽车空调在经历了手动空调和自动空调两个发展阶段后，目前已出现了用微电脑控制的自动空调器。**手动空调是人工调控的，不论是制冷压缩机的工作，还是鼓风机的转速，送风系统各风口位置变化等均由驾驶人手动调整。为免去这些由人工操纵带来的麻烦，同时为提高空气调节质量，现代汽车中设置了自动空调控制系统，亦称汽车自动空调，只要驾驶人按需要设定好调节温度，系统将根据自动检测的车内外温度及外部太阳辐射和发动机工况，自动调节鼓风机转速和送出空气的温度。有些高级轿车还能进行进气控制、送风气流方式控制和压缩机工作控制。当系统出现故障时，还可自动检测和诊断故障部位，并且以故障码的方式指示给维修技术人员。



5-317 自动空调系统的功能有哪些？

现代汽车自动空调系统，不仅能按照乘员的需要送出温度和湿度最适宜的空气，而且可以根据需要自动调节风速、风量，还极大地简化了乘员的操作工作。现代汽车自动空调系统主要用在高级轿车。

现代汽车自动空调系统一般具有如下几种功能。

1）**空调控制**。包括温度自动控制、风量控制、运转方式自动控制、换气量控制等，以满足车内乘员对空调舒适性的要求。

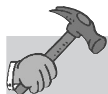
2）**节能控制**。即压缩机运转工况的控制、换气量的最佳控制以及随温度变化的换气切换、根据车内外温度自动切断压缩机电源等的控制。

3）**故障诊断储存**。空调系统发生故障，ECU 将故障部位用故障码的形式储存起来，在需要修理时能指示故障的部位。

4）**故障、安全报警**。包括制冷剂不足报警、制冷压力高压或低压报警、离合器打滑报

警、各种控制器件的故障判断报警。

5）显示。包括显示给定的温度、控制温度、控制方式、运转方式的状况以及运转时间等。



5-318 汽车自动空调控制系统的基本工作模式是怎样的？

汽车自动空调控制系统的基本工作模式是：传感器（检测信号）→空调器放大器（或空调控制单元）→控制执行器。其通过传感器来检测汽车工作中的一些信息（如车内、车外、导风管及环境日照辐射的温度和压缩机工况等），并将检测到的信息以相应的物理量（电阻、电压、电流等）传送到空调放大器（或空调控制单元）中，经分析、比较、运算等处理，再由执行器完成相应工作，如图5-1所示。

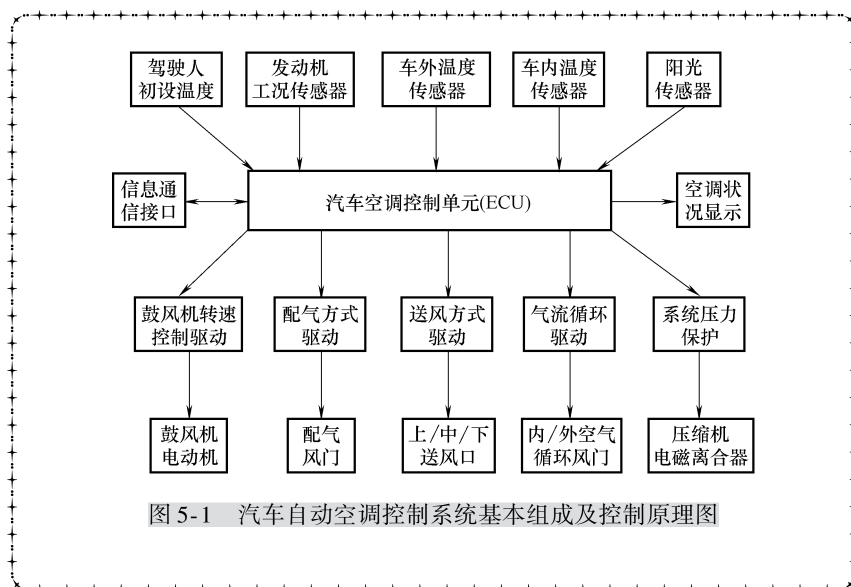
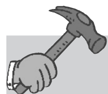


图5-1　汽车自动空调控制系统基本组成及控制原理图



5-319 自动空调与手动空调的区别表现在什么地方？

自动空调和手动空调的机械部分基本是一致的。机械部分的故障诊断和修理方法也基本相同。自动空调和手动空调的区别在于空调的控制系统。图5-2所示是**自动空调的结构组成及控制示意图。自动空调系统在普通（手动）空调系统的基础上，采用各种传感器、程序装置、伺服电动机和控制模块等带动执行机构。**驾驶人通过操作控制器总成上的键，来选择空调系统的工作模式和鼓风机转速。自动空调系统通过程序装置检测空气温度，调节气流混合门位置来达到并保持驾驶人预先设置的舒适程序。



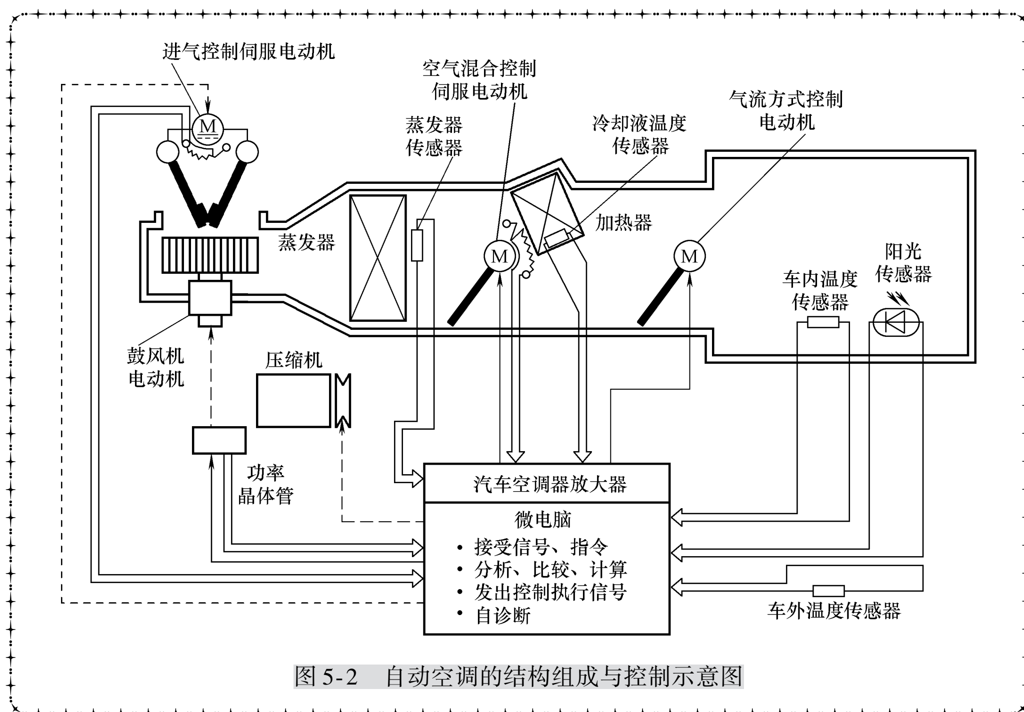
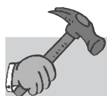
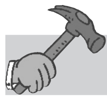


图 5-2 自动空调的结构组成与控制示意图



5-320 半自动空调和全自动空调的区别表现在什么地方？

自动空调可以分为半自动和全自动空调两种，两者的主要差别在于是否有自诊断功能。半自动空调系统没有提供故障码存储器，全自动空调系统具有监控系统，监控系统随机存储器（RAM）存储诊断码。其次的差别是所拥有的执行机构的形式和传感器数量。



5-321 自动空调系统有哪些常用传感器？

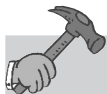
自动空调系统由制冷、暖风、送风、操纵控制等分系统组成。自动空调电子控制系统主要由传感器、执行元件和空调电控单元（ECU）三部分构成。自动空调系统的传感器有如下几种：

（1）**车内及车外温度传感器** 它们都是负温度系数热敏电阻传感器，分别用来感受车内及车外温度。当温度发生变化时，热敏电阻的阻值改变，从而向空调电控单元（ECU）输送温度信号。

（2）**蒸发器温度传感器** 这种传感器用来检测通过蒸发器的空气温度或者蒸发器表面的温度变化，并依此来控制压缩机电磁离合器的接合或断开。

（3）**冷却液温度传感器** 冷却液温度传感器直接安装在热交换器底部的水道上，用来检测冷却液温度，产生的冷却液温度信号输送给电控单元（ECU），控制低温时鼓风机的转速。

（4）**阳光传感器** 阳光传感器是一个光敏二极管，利用光电效应，把阳光照射量的变化转换为电流值的变化并输送给空调电控单元，用来调整空调吹出的风量与温度。



5-322 自动空调系统包括哪些执行元件？

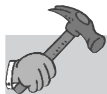
自动空调的执行元件一般包括伺服电动机、鼓风机及压缩机电磁离合器等。

（1）**进气伺服电动机** 进气伺服电动机控制进气方式，电动机的转子经连杆与进气风门相连。当驾驶人使用进气方式控制键选择“车外新鲜空气导入”或“车内空气循环”模式时，空调 ECU 即控制进气伺服电动机带动连杆顺时针或逆时针旋转，从而带动进气风门闭合或开启，达到改变进气方式的目的。

（2）**空气混合伺服电动机** 当驾驶人进行温度控制时，空调电控单元首先根据设置的温度及各传感器输送的信号计算出所需的出风温度，并控制空气混合伺服电动机连杆顺时针或逆时针转动，改变空气混合风门的开启角度，从而改变冷、暖空气的混合比例，调节风温至与计算值相符。电动机内电位计的作用是向空调 ECU 输送空气混合风门的位置信号。

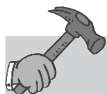
（3）**出风模式伺服电动机** 出风模式伺服电动机也叫气流方式伺服电动机。当驾驶人操纵面板上的某个出风模式键时，空调电控单元上的相应端子搭铁，而电动机内的驱动电路据此使电动机连杆转动，将送风控制风门转到相应的位置，打开某个送风通道。

（4）**最冷控制伺服电动机** 最冷控制伺服电动机的风门有全开、中开和全闭三个位置。当空调电控单元使某个位置的端子搭铁时，电动机驱动电路使电动机旋转，带动最冷控制风门位于相应的位置上。



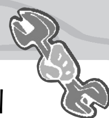
5-323 空调电控单元（ECU）的作用是怎样的？

空调电控单元又称空调控制器。控制器总成上的键是控制器的输入装置。**控制器首先接收来自车内温度和车外温度传感器的输入信号，然后根据来自传感器和控制器总成上各键的输入，输出用于控制压缩机、电磁离合器、暖风加热器、热水阀以及模式门等的工作信号。**



5-324 自动空调温度控制的基本组成是怎样的？

温度控制的目的是为了使车内空气温度达到车内人员设定温度的要求，并保持稳定。如图 5-3 所示，微机控制自动空调系统的**温度控制系统的基本组成包括车内温度传感器、车外温度传感器、阳光传感器、蒸发器温度传感器、冷却液温度传感器、设定温度电阻器、自动空调控制 ECU 和空气混合伺服电动机等。**



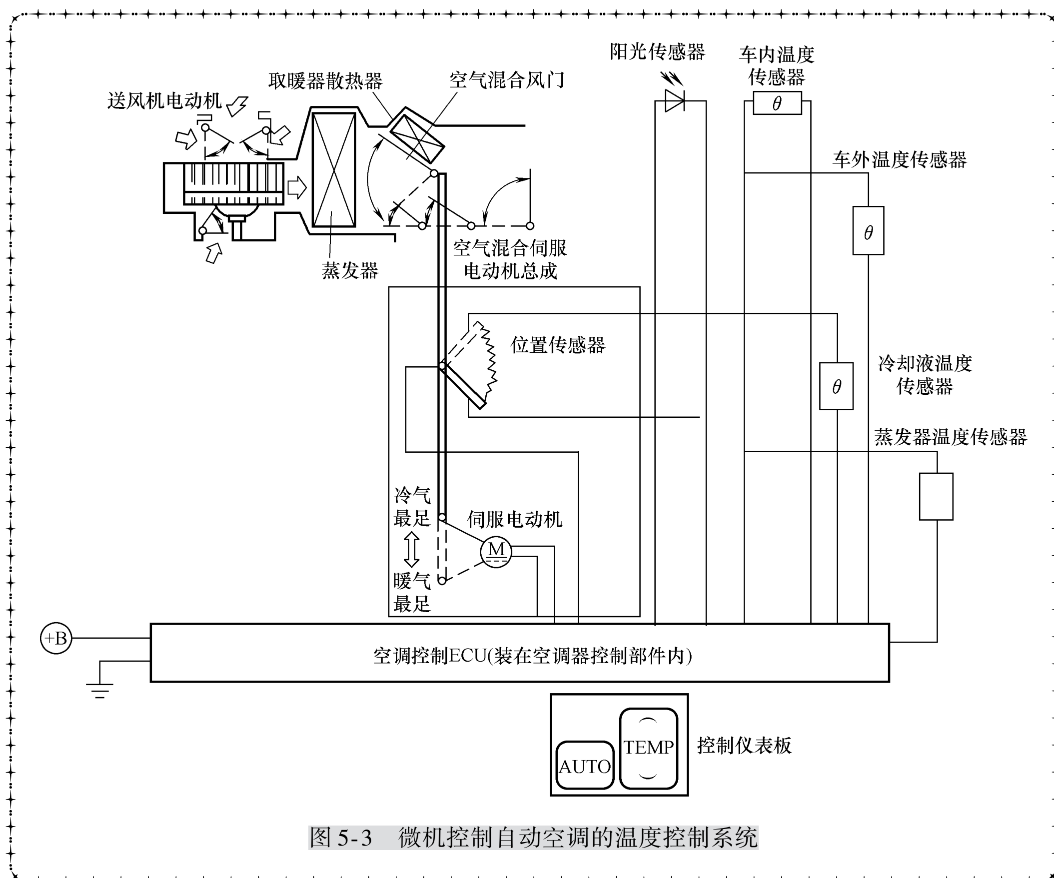
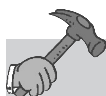


图 5-3 微机控制自动空调的温度控制系统



5-325 ECU 是如何完成自动空调温度控制的？

ECU 根据设定温度和车内温度传感器、车外温度传感器和阳光传感器等信号，自动调节混合风门的位置。**一般来说，车内温度越高、车外温度越高、阳光越强，混合风门就越接近“全冷”位置。**ECU 根据车内温度和车外温度控制空气混合风门的位置，如图 5-4 所示：若车内温度为 35℃，则混合风门处于最冷位置；若车内温度为 25℃，则混合风门处于 50% 的位置。

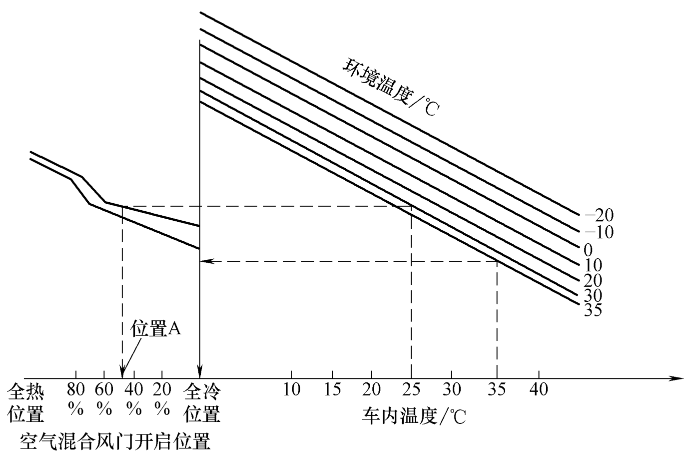
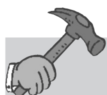


图 5-4 温度控制的控制规律



5-326 自动空调温度控制系统的工作过程是怎样的？

① T_{AO}是车内温度保持在设定温度所必需的鼓风机出风口空气温度，是空调控制器根据输入信号（车内温度传感器、车外温度传感器、阳光传感器）和温度设定计算出来的。空调控制器参照这个T_{AO}值对执行器进行控制。T_{AO}值可由下面公式计算出：

$$T_{AO}=AT_{SET}-BT_{R}-CT_{AM}-DT_{S}+E$$

式中 T_{SET}——设定温度；

T_{R}——车内温度；

T_{AM}——车外温度；

T_{S}——太阳辐射强度；

A、B、C、D、E——常数。

当温度控制开关或控制杆置于“MAX COOL”（最大冷风）或“MAX WARM”（最大暖风）位置时，ECU采用某一固定值，不按上述公式计算。

② ECU再将计算所得的T_{AO}值与蒸发器温度信号T_{E}进行比较，通过空气混合风门伺服电动机控制空气混合风门位置。

当T_{AO}和T_{E}近似相等时，ECU控制断开VT_1和VT_2，伺服电动机断电停止工作，空气混合风门保持在当时的位置。

当T_{AO}小于T_{E}时，ECU控制接通VT_1，断开VT_2，伺服电动机转至COOL侧，带动空气混合风门移至COOL侧，以降低鼓风机空气温度。同时空气混合风门伺服电动机内的电位计检测空气混合风门的实际移动速度和位置，当空气混合风门实际位置达到ECU计算出的理论位置时，ECU关断VT_1，伺服电动机停转。

当T_{AO}大于T_{E}时，ECU控制断开VT_1，接通VT_2，伺服电动机转至WARM侧，带动空气混合风门移至WARM侧，以提高鼓风机空气温度。同时空气混合风门伺服电动机内的电位计检测空气混合风门的实际移动速度和位置，当空气混合风门实际位置达到ECU计算出的理论位置时，ECU关断VT_2，伺服电动机停转。

空气混合风门伺服电动机的控制电路如图5-5所示。

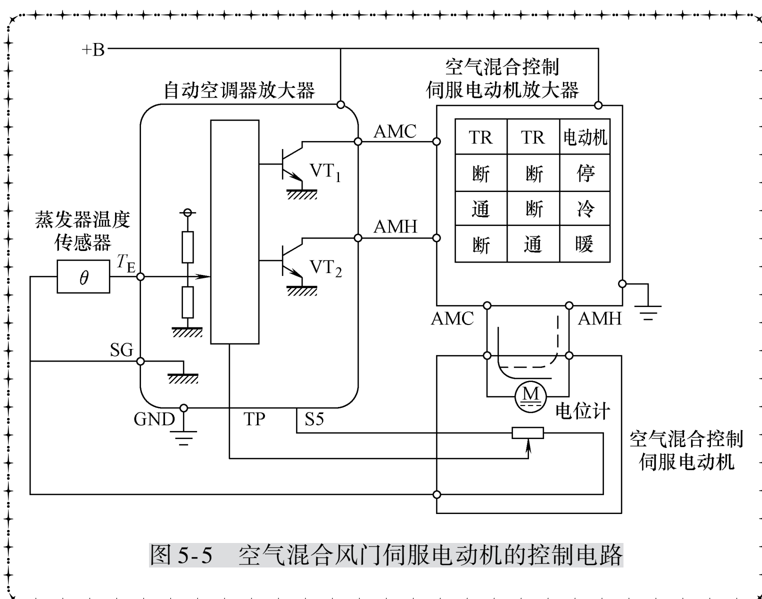


图5-5 空气混合风门伺服电动机的控制电路

5-327　自动空调的鼓风机转速控制系统由哪些部件组成？

自动空调的鼓风机转速控制的目的是为了调节降温或升温速度，稳定车内温度。如图 5-6所示，**鼓风机转速控制系统主要由冷却液温度传感器、蒸发器温度传感器、鼓风机电阻器、功率晶体管、ECU、鼓风机电动机和控制面板等组成**。其中功率晶体管的作用是根据ECU 的 BLW 端子输出的鼓风机驱动信号，改变流至鼓风机电动机的电流，从而改变鼓风机的转速。

图 5-6　鼓风机转速控制系统的控制电路

5-328　自动空调的鼓风机转速自动控制过程是怎样的？

当控制面板上 AUTO（自动）开关接通时，ECU 根据 T_{AO}值自动控制鼓风机转速。控制规律如图 5-7 所示，**随冷却液温度的升高，鼓风机工作电压逐渐增大，转速增大，风力增强**。

鼓风机低速运转时，ECU 接通 VT_1，暖风装置继电器通电闭合，电流方向为蓄电池→暖气装置继电器→鼓风机电动机→鼓风机电阻器→搭铁，鼓风机低速运转。同时控制面板AUTO（自动）指示灯和 LO（低速）指示灯均亮。

鼓风机中速运转时，ECU 接通 VT_1，使暖风装置继电器通电闭合，ECU 根据计算出的 T_{AO} 值，从 BLW 端子输出信号至功率晶体管，电流方向为蓄电池→暖气装置继电器→鼓风机电动机→鼓风机电阻器和功率晶体管→搭铁，鼓风机中速运转。同时 ECU 从与功率晶体管相连的 VM 端子接收反馈信号，检测鼓风机实际转速，依此修正鼓风机驱动信号。此时控制面板 AUTO（自动）指示灯亮，LO（低）、M1（中 1）、M2（中 2）、Hi（高）指示灯根据鼓风机转速高低点亮。

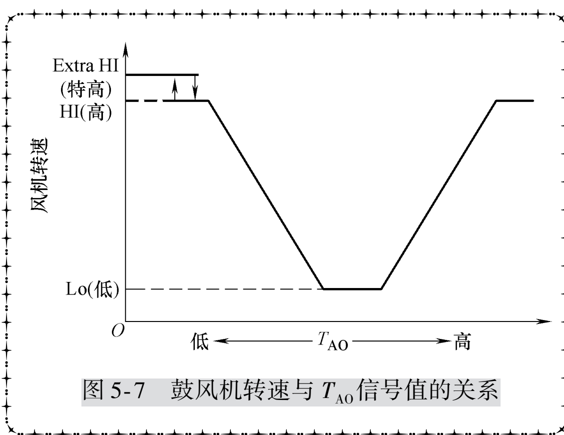
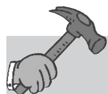


图 5-7　鼓风机转速与 T_{AO} 信号值的关系

鼓风机特高速度运转时，ECU 接通 VT_1 和 VT_2，使暖风装置继电器和鼓风机继电器闭合。电流方向为蓄电池→暖风装置继电器→鼓风机电动机→鼓风机风扇继电器→搭铁，鼓风机特高速度运转，同时控制面板 AUTO（自动）和 Hi（高速）指示灯亮。



5-329　自动空调的鼓风机转速预热控制过程是怎样的？

冬天，车辆长时间停放后，若马上打开鼓风机，此时吹出的是冷空气而不是想要的暖风，因此，鼓风机要在冷却液温度升高时，才能逐步转向正常工作。鼓风机预热控制的控制规律如图 5-8 所示。

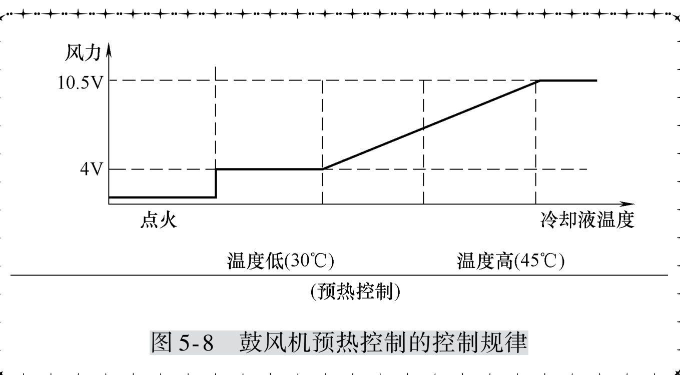
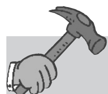


图 5-8　鼓风机预热控制的控制规律

鼓风机预热控制时，控制面板 AUTO（自动）开关接通，工作模式设为 FOOT 或 BILEVEL，ECU 根据冷却液温度传感器检测发动机冷却液的温度，当冷却液温度低于 30℃时，鼓风机停转；当冷却液温度高于 30℃时，鼓风机正常运转。



5-330　自动空调的鼓风机转速时滞控制过程是怎样的？

夏天，汽车长时间停驻在炎热太阳下，若马上打开鼓风机，此时吹出的是热风而不是想要的冷风，因此鼓风机不能马上工作，而是滞后一段时间，待蒸发器温度降低后才工作。当发动机运转，压缩机已工作，控制面板 AUTO（自动）开关接通，工作模式设置在 FACE 或 BILEVEL 时，ECU 对鼓风机的时滞控制过程如下：

① 当蒸发器温度传感器检测到蒸发器温度高于 30℃时，ECU 控制鼓风机电动机关断 4s，使冷风装置内的空气冷却降温。此后 ECU 控制鼓风机低速运转 5s，使冷却的空气送至



乘客舱，如图 5-9a 所示。

② **当蒸发器温度传感器检测到蒸发器温度低于 30℃时，ECU 控制鼓风机低速运转 5s，** 如图 5-9b 所示。

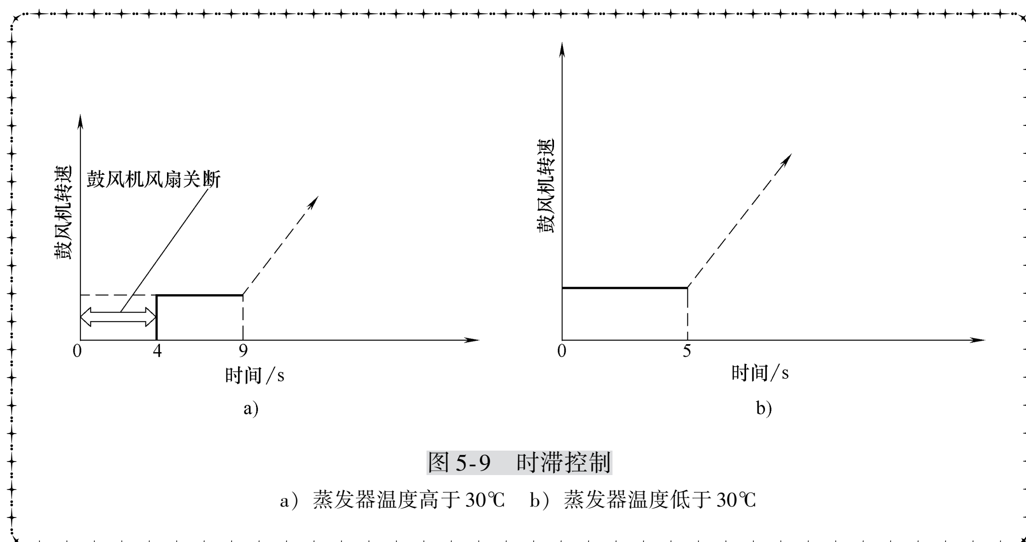
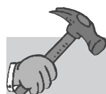


图 5-9　时滞控制

a）蒸发器温度高于 30℃　b）蒸发器温度低于 30℃



5-331 自动空调的鼓风机转速控制的其他控制项目是怎样的？

① **车速补偿**。车速高时，迎面风冷却强度大，鼓风机的转速可适当降低，使之与低速时具有一样的感觉，如图 5-10 所示。

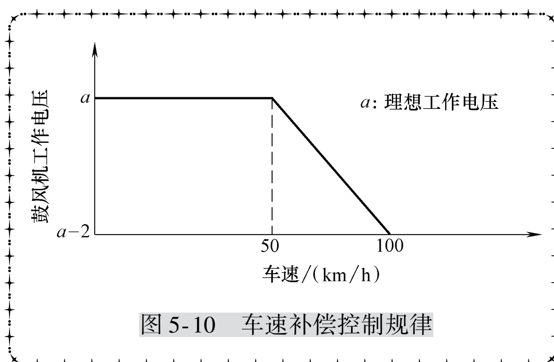
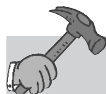


图 5-10　车速补偿控制规律

② **极速控制**。有些车型当设定温度处于最低（18℃）或最高（32℃）时，鼓风机转速会固定为高速运转。

③ **手动控制**。ECU 根据控制面板手动开关的操纵信号，将鼓风机驱动信号送至功率晶体管，相应地控制鼓风机的转速。



5-332 自动空调的工作模式控制是怎样的？

工作模式控制的目的是调节送风方向，提高舒适性。工作模式控制系统主要由传感器、ECU、工作模式控制伺服电动机和控制面板等组成。在手动模式中，模式风门有吹脸、双层、吹脚、吹脚/除雾、除雾五种位置。**在自动模式中，模式风门一般有吹脸、吹脚、双层三种位置，ECU 根据传感器信号按照“头冷脚热”的原则自动调节模式风门的位置。** ECU 根据 T_{AO} 值控制工作模式，其控制规律如图 5-11 所示，控制电路如图 5-12 所示。

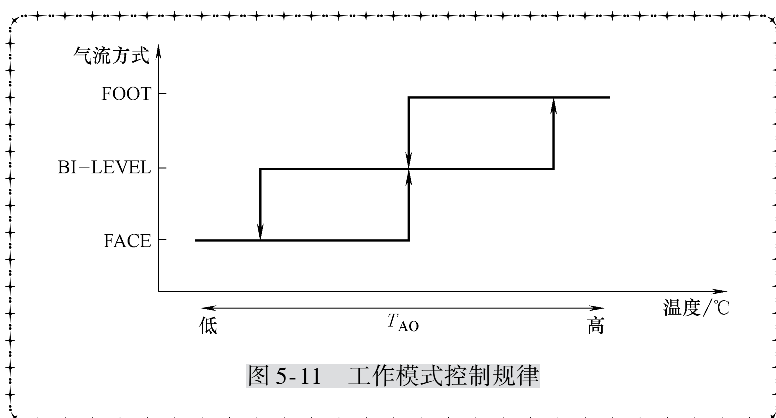


图 5-11　工作模式控制规律

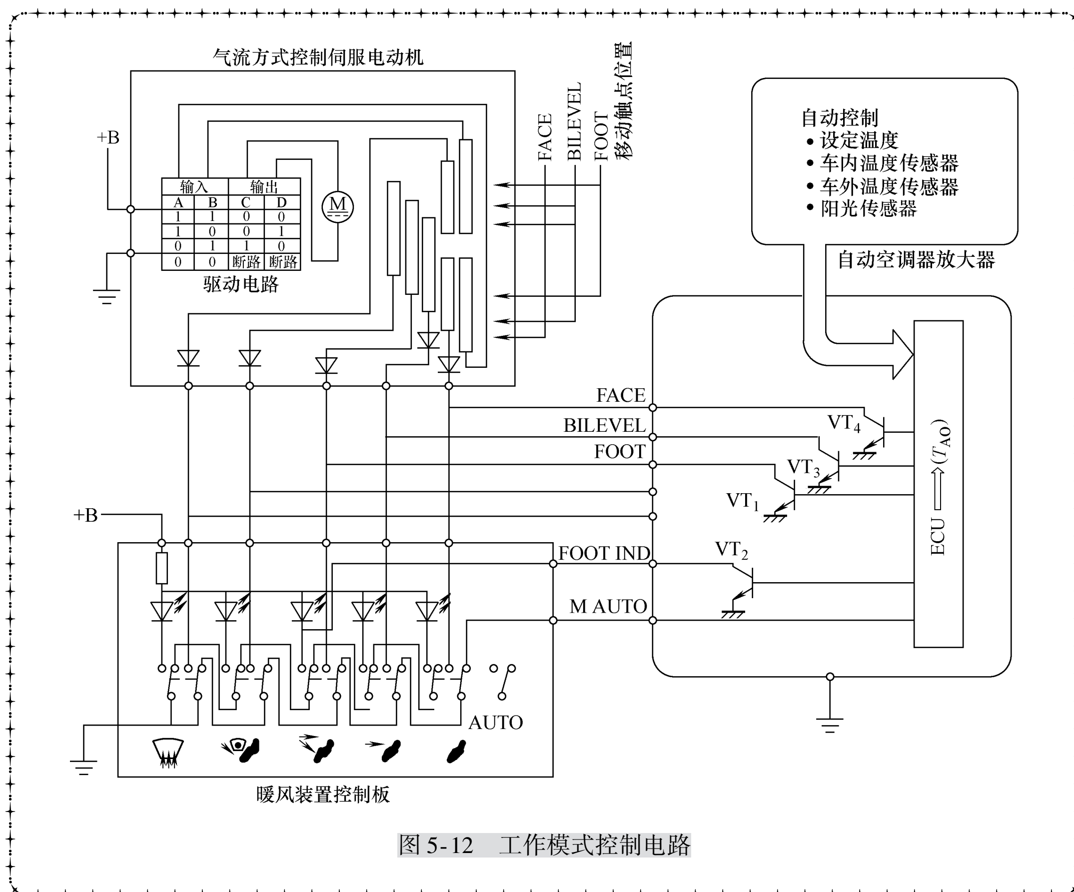
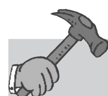


图 5-12　工作模式控制电路



5-333　自动空调的工作模式控制过程是怎样的？

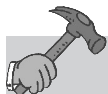
当 T_{AO} 从低变至高时，原来气流方式控制伺服电动机内的移动触点位于 FACE 位置。ECU 接通 VT_1，使驱动电路输入信号端 B 端通过 VT_1 搭铁为 0，A 端断路为 1。此时驱动电



路输出端 D 端为 1，C 端为 0，电流由 D 端输出，C 端流回，电动机旋转，内部触点由 FACE 位移到 FOOT 位，电动机停转，出气方式由 FACE 方式转为 FOOT 方式。同时 ECU 接通 VT_2，使控制面板上的 FOOT 指示灯点亮。

当 T_{AO}从高变至中时，原来气流方式控制伺服电动机内的移动触点位于 FOOT 位置。ECU 接通 VT_3，使驱动电路输入信号端 A 端通过 VT_3 搭铁为 0，B 端断路为 1。此时驱动电路输出端 C 端为 1，D 端为 0，电流由 C 端输出，D 端流回，电动机旋转，内部触点由 FOOT 位移到 BILEVEL 位，电动机停转，出气方式由 FOOT 方式转为 BILEVEL 方式。同时 ECU 控制控制面板上的 BILEVEL 指示灯点亮。

当 T_{AO}从中变至低时，原来气流方式控制伺服电动机内的移动触点位于 BILEVEL 位置。ECU 接通 VT_4，使驱动电路输入信号端 A 端通过 VT_4 搭铁为 0，B 端断路为 1。此时驱动电路输出端 C 端为 1，D 端为 0，电流由 C 端输出，D 端流回，电动机旋转，内部触点由 BILEVEL 位移到 FACE 位，电动机停转，出气方式由 BILEVEL 方式转为 FACE 方式。同时 ECU 控制控制面板上的 FACE 指示灯点亮。



5-334 自动空调的进气模式控制过程是怎样的？

进气模式控制的目的是调节进入车内的新鲜空气量，使车内空气温度和质量达到最佳。在手动模式中，进气门只有内循环和外循环两种位置。**在自动模式中，进气门一般有内循环、20% 新鲜空气和外循环三种位置**。ECU 根据传感器信号自动调节进气门的位置，其控制规律如图 5-13 所示：若车内温度为 35℃，进气门处于内循环位置，以快速降温；若车内温度为 30℃，进气门处于 20% 新鲜空气位置，引进部分新鲜空气以改善空气质量；若车内温度为 25℃，进气门处于外循环位置。

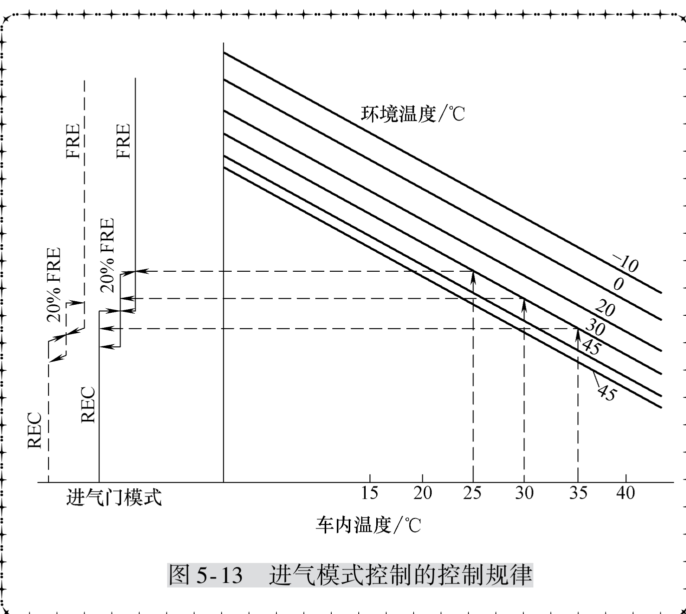


图 5-13　进气模式控制的控制规律

进气模式控制的控制电路如图 5-14 所示。当 ECU 根据 T_{AO}值接通 FRS 晶体管时，触点 B 搭铁，电流方向为：蓄电池→点火开关→端子①→电动机→触点 B→端子③→FRS 晶体管→搭铁，电动机旋转，带动风门由 RECIRC（车内循环）位移至 FRESH（车外新鲜空气）位。

该控制系统还有一种新鲜空气强制进气控制功能，当手动按下 DEF 开关时，将进气方式强制转变为 FRESH 方式，以清除风窗玻璃上的雾气。除此之外，进气模式控制还可改变新鲜空气与循环空气的混合比例。

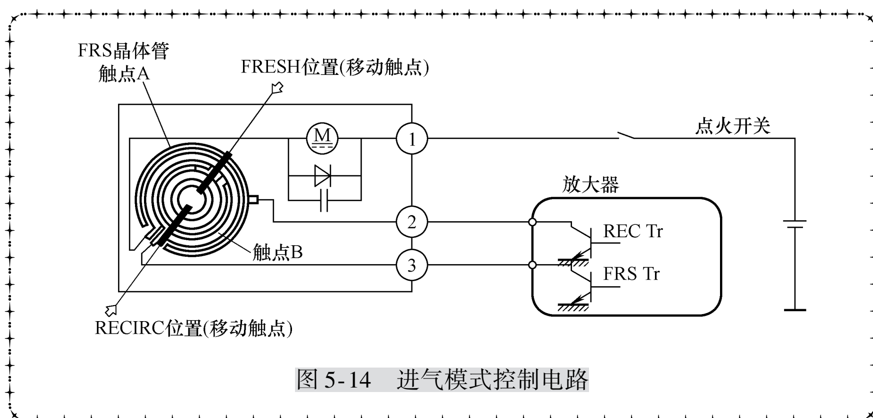
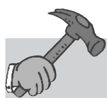


图 5-14　进气模式控制电路



5-335　自动空调系统压缩机控制有哪些项目？

① **基本控制**。ECU 根据车内温度、车外温度、蒸发器温度和设定温度等参数，自动控制压缩机的通断，调节蒸发器表面温度，并防止蒸发器表面结冰。

② **低温保护**。当车外环境温度低于某值（3℃或 8℃）时，压缩机停止工作，防止压缩机损耗。

③ **高速控制**。当发动机转速超过某转速时，压缩机停止工作，防止因压缩机转速过高而造成损坏。

④ **加速切断**。当发动机处于急加速工况时，为了保证发动机有足够的动力，压缩机暂时停止工作。

⑤ **高温控制**。当发动机冷却液温度超过某值（109℃）时，压缩机停止工作，防止发动机冷却液温度进一步上升。

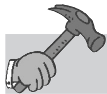
⑥ **打滑保护**。当压缩机卡死导致传动带打滑时，压缩机停止工作，防止传动带负荷过大而断裂，进而影响水泵、发电机等的工作。

⑦ **低速控制**。当发动机转速低于某转速（600r/min）时，压缩机停止工作，防止发动机失速。

⑧ **低压保护**。当制冷系统压力低于某值（500kPa）时，压缩机停止工作，防止压缩机在系统制冷剂不足条件下工作，造成压缩机损坏。

⑨ **高压保护**。当系统压力超过某值（2800kPa）时，压缩机停止工作，防止空调系统瘫痪。

⑩ **可变排量压缩机的控制**。可变排量压缩机有全容量（100%）运转、半容量（50%）运转和压缩机停止三种工作模式。ECU 根据空调系统冷气负荷的大小，控制压缩机的排量变化，以减少能量的浪费。



5-336　可变排量压缩机的控制系统是怎样实现控制的？

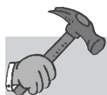
可变排量压缩机的控制系统主要有两种类型：一种是根据冷却液温度进行控制；一种是



根据蒸发器表面温度进行控制。

（1）**根据冷却液温度进行控制**　当发动机冷却液温度过高时，ECU 根据冷却液温度传感器信号，控制压缩机按半容量模式运转，防止发动机过热；反之，当发动机冷却液温度低于某一值时，ECU 控制压缩机按全容量模式运转，满足制冷需要。

（2）**根据蒸发器表面温度进行控制**　当蒸发器温度大于某一值（40℃）时，ECU 控制压缩机按全容量模式运转，降低蒸发器温度；当蒸发器表面温度低于某一值（40℃）时，ECU 控制压缩机按半容量模式运转，以降低能耗；当蒸发器温度低于 3℃时，ECU 控制压缩机停止运转，防止损坏压缩机。



5-337　汽车自动空调电控系统传感器主要有哪些类型？

汽车自动空调电控系统传感器主要是用于温度检测的传感器，其主要应用了具有负温度系数（NTC）的热敏电阻，特性如图 5-15 所示：热敏电阻阻值随温度的升高而减小，反之电阻增大。**自动空调系统的传感器主要有车外温度传感器、车内温度传感器、蒸发器温度传感器、阳光传感器、冷却液温度传感器、空气质量传感器、烟雾传感器等。**其常见的故障有传感器配线短路、断路，传感器失效等。

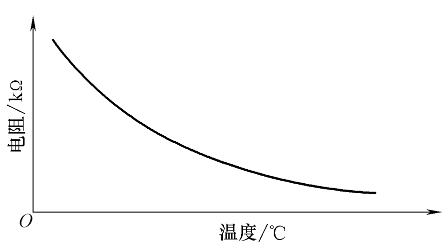
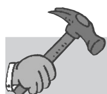


图 5-15　热敏电阻特性



5-338　车内温度传感器的结构和作用是怎样的？

车内温度传感器也称室内温度传感器，是自动空调的重要传感器之一，它会影响出风口空气的温度、鼓风机的转速、进气门的位置以及模式门的位置等。它通常安装在仪表台后面的吸气装置内，如图 5-16 所示。

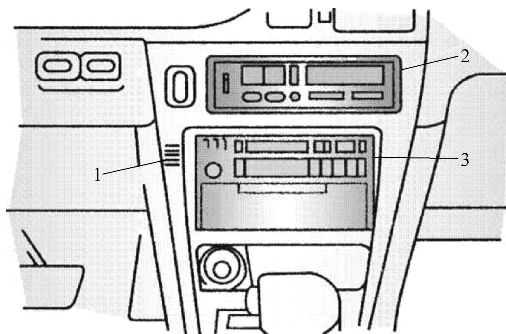


图 5-16　车内温度传感器的安装位置

1—温度传感器格栅　2—空调控制面板　3—音响控制面板

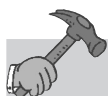
车内温度传感器主要作用包括：

① **确定混合门的位置**，从而决定出风口的空气温度。

② **确定鼓风机的转速**，从而决定出风口的风量。

③ **确定进气门的位置**，从而影响车内空气的温度与新鲜度。

④ **确定模式门的位置**。



5-339 如何对车内温度传感器进行检测？

（1）**电压测量** 拆下空调控制器，但插接器不断开，将点火开关旋至“ON”位置，用万用表测量控制器连接端子TR和SG-3之间的电压（图5-17），测量的电压值应随温度的升高而下降，在25℃时电压应为1.8～2.2V，在40℃时电压应为1.2～1.6V。

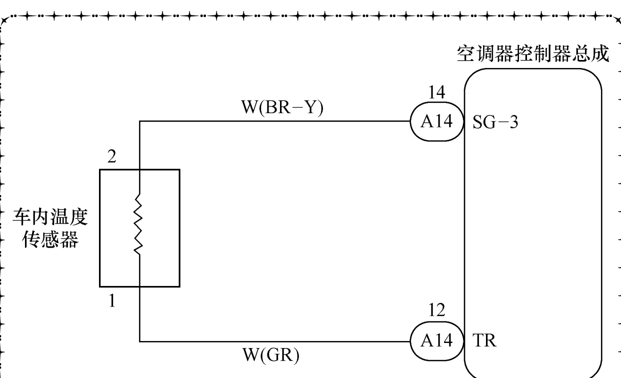
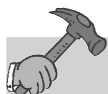


图5-17 车内温度传感器与空调控制器连接电路图

（2）**电阻测量** 拆下车内温度传感器，测量插接器的端子1和端子2之间的电阻。电阻应随温度的升高而减小，在25℃时，电阻应为1.65～1.75kΩ，在40℃时电阻应为0.55～0.65kΩ。若不正常，则要更换车内温度传感器。



5-340 车外温度传感器的结构和作用是怎样的？

车外温度传感器也称为环境温度传感器、外界空气温度传感器或大气温度传感器。它能影响出风口空气的温度、鼓风机的转速，进气门的位置和模式门的位置以及压缩机的工作状态等。其作用是：

① **确定混合门的位置**，从而决定出风口的空气温度。

② **确定鼓风机的转速**，从而决定出风口的风量。

③ **确定进气门的位置**，从而影响车内空气的温度与新鲜度。

④ **确定模式门的位置**。

⑤ **控制压缩机**。

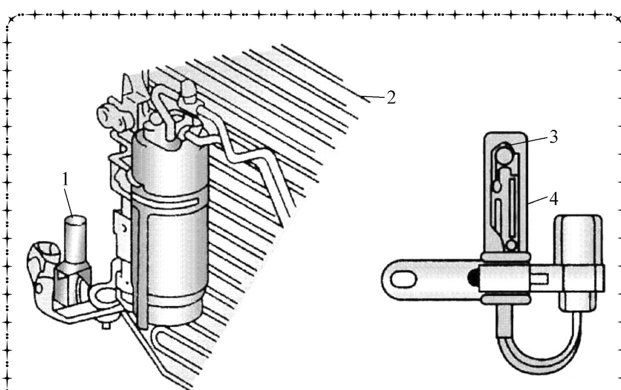
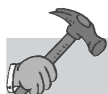


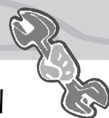
图5-18 车外温度传感器的结构
1—车外温度传感器 2—冷凝器
3—热敏电阻 4—树脂壳

车外温度传感器一般都安装在前保险杠内或散热器之前，如图5-18所示。



5-341 如何对车外温度传感器进行检测？

（1）**电压检测** 车外温度传感器与空调控制器连接电路如图5-19所示。拆下空调控制器，但插接器不断开，将点火开关旋至“ON”位置，用万用表测量控制器连接端子TAM和



SG-5 之间的电压。电压应随温度的升高而下降，在 25℃时电压应为 1.4～1.8V，在 40℃时电压应为 0.9～1.3V。

（2）**电阻检查**　拆下车外温度传感器，测量插接器的端子 1 和端子 2 之间的电阻。电阻应随温度升高而减小，在 25℃时，电阻应为 1.65～1.75kΩ，在 40℃时，电阻应为 0.55～0.65kΩ。如不正常，则应更换车处温度传感器。

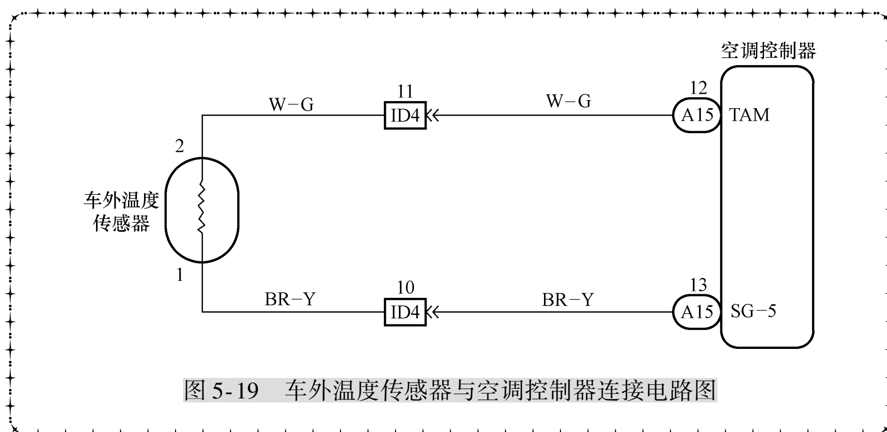
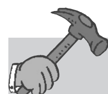


图 5-19　车外温度传感器与空调控制器连接电路图



5-342　蒸发器温度传感器的结构和作用是怎样的？

蒸发器温度传感器通过测量蒸发器表面温度，可以修正混合门位置，控制压缩机，并在蒸发器表面温度低于一定值时，使压缩机停止工作，以防止蒸发器表面结霜。有些车型有两个蒸发器温度传感器，其中一个用来修正混合门的位置，另一个用来防止蒸发器结霜。

蒸发器温度传感器一般安装在蒸发器传热片上，其结构如图 5-20 所示。有的安装在蒸发器出风口位置，用来测量从蒸发器出来的空气温度。蒸发器温度传感器中热敏电阻的工作原理与车内、车外温度传感器相同。

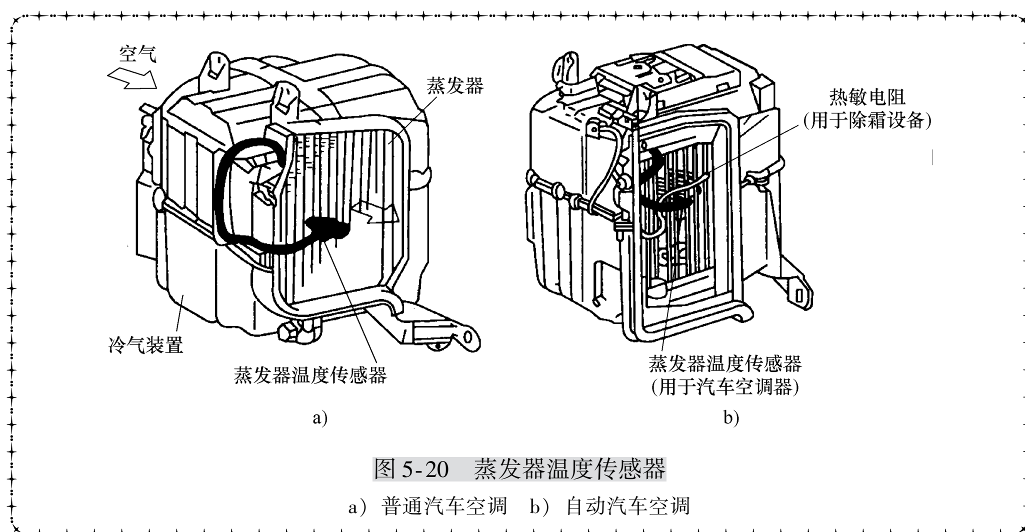
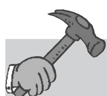


图 5-20　蒸发器温度传感器

a）普通汽车空调　b）自动汽车空调



5-343 如何对蒸发器温度传感器进行检测？

一汽丰田花冠车型自动空调蒸发器温度传感器与空调控制器的连接如图 5-21 所示。

（1）**电压检查** 拆下空调控制器，但不断开插接器，将点火开关旋至“ON”位置，用万用表测量控制连接端子 TE 和 SG-4 之间的电压。在 0℃时电压应为 2.0～2.4V，在 15℃时电压应为 1.4～1.8V。

（2）**电阻检查** 拆下蒸发器温度传感器 1 号热敏电阻器，测量热敏电阻器端子 1 和端子 2 之间的电阻，电阻值应符合图 5-22 所示的特性曲线。如不正常，应更换蒸发器温度传感器。

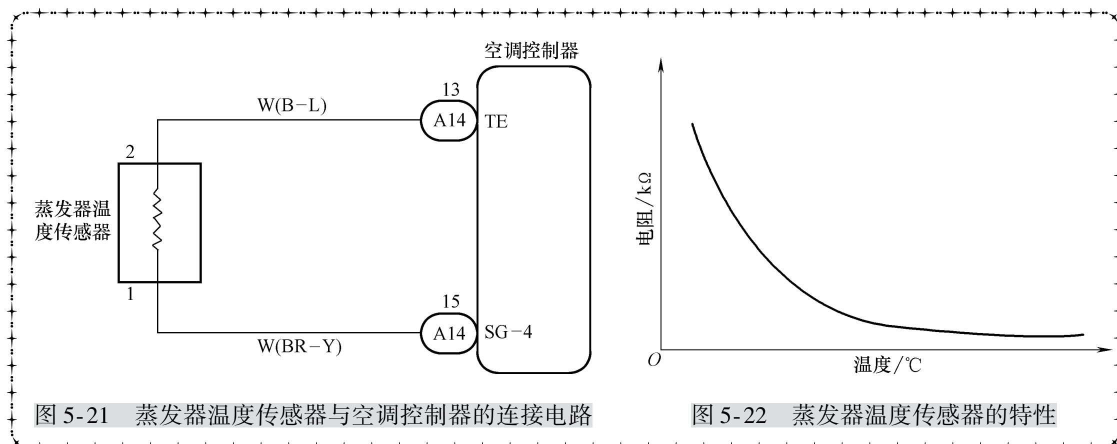
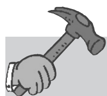


图 5-21 蒸发器温度传感器与空调控制器的连接电路

图 5-22 蒸发器温度传感器的特性



5-344 冷却液温度传感器的结构和作用是怎样的？

在汽车空调系统中，一种类型采用单独的冷却液温度传感器，另一种类型通过发动机 ECU 获得冷却液温度信号。

冷却液温度传感器作用：

① **测量热交换器芯温度，修正混合门的位置**。

② **保护功能**。防止发动机尚在高温状态时压缩机工作。

③ **控制鼓风机**。在冷却液温度低时，起动鼓风机的预热控制。

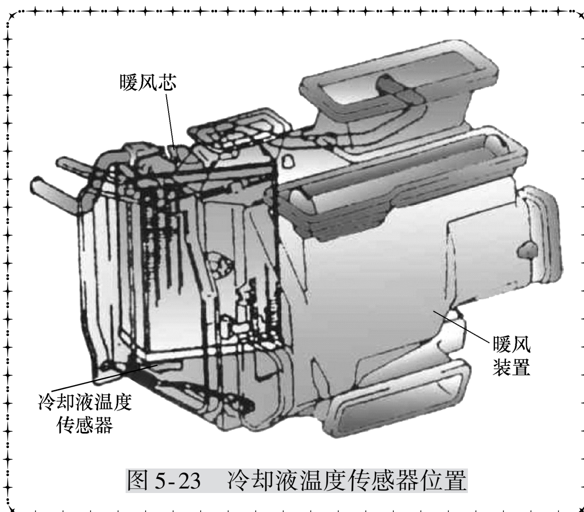
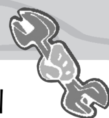


图 5-23 冷却液温度传感器位置

汽车空调系统的冷却液温度传感器一般安装在暖风装置里面，如图 5-23 所示，自动空调系统中的冷却液温度传感器采用的也是负温度系统的热敏电阻。冷却液温度传感器能检测冷却液温度并将相应的信号传送至空调控制器，此信



号在发动机冷机时，用来进行暖机控制。其电路如图 5-24 所示。

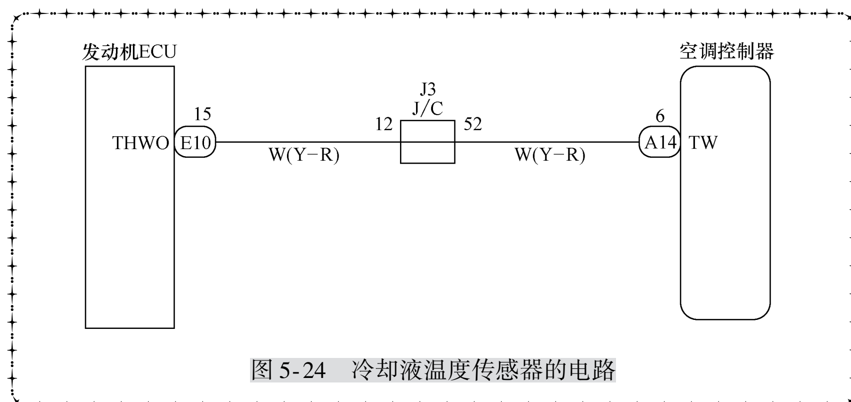
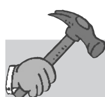


图 5-24 冷却液温度传感器的电路



5-345 阳光传感器的结构和工作原理是怎样的？

阳光传感器也叫日光传感器、日照传感器等。**它通过检测在传感器上的太阳光照强度，将光信号转变为电压或电流值送给空调控制器，用来修正混合门的位置与鼓风机的转速。**它一般安装在容易检测日照变化的仪表板上面，靠近前风窗玻璃的底部。阳光传感器中的光敏二极管可检测出日光辐射变化，并将其变为电流信号传至空调控制器。它的安装位置及特性如图 5-25 所示。

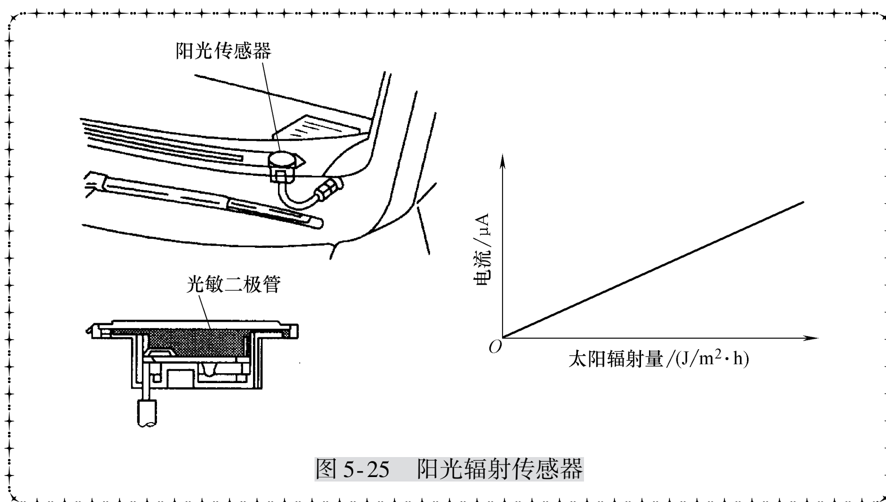
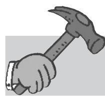


图 5-25 阳光辐射传感器

阳光传感器是用光敏二极管检测日照变化情况的。光敏二极管对日照变化反应敏感，而其自身又不受温度的影响，如果光照强，电阻值减小，电流就大，并把该信号输入计算机中，以便空调 ECU 修正日照所引起的车内温度的升高。



5-346 如何对阳光传感器进行检测？

阳光传感器与空调控制器的连接电路如图 5-26 所示。

（1）**电压检测** 在点火开关闭合的情况下，测量空调控制器的端子 SG-3 和 TS 之间的电压。

① 传感器受电灯照射时，随着检查灯光逐渐远离传感器，电压应上升，但不应超过4.0V。

② 传感器被布遮住时，电压应为4.4～4.5V，否则应进行下一步检查。

（2）**电阻检测** 拆下阳光传感器热敏电阻器，测量阳光传感器插接器端子 1 和端子 2 之间的电阻：用布遮住阳光传感器时测量，电阻应为无穷大（不导通）；取走阳光传感器上的遮布并用灯光照射传感器，测得电阻值大约为 10kΩ（导通）。如不符合，需更换阳光传感器。

（3）**阳光传感器与控制器之间的配线插接器的检测** 拆下阳光传感器的插头以及与空调控制器的连接插头，检测配线插接器是否断路。方法是将万用表档位打到 200Ω 档，分别测量两插接器之间的同一根导线之间的电阻，正常情况下应小于 0.5Ω。如测量结果为无穷大或阻值较大，说明配线断路或线路间存在接触电阻。

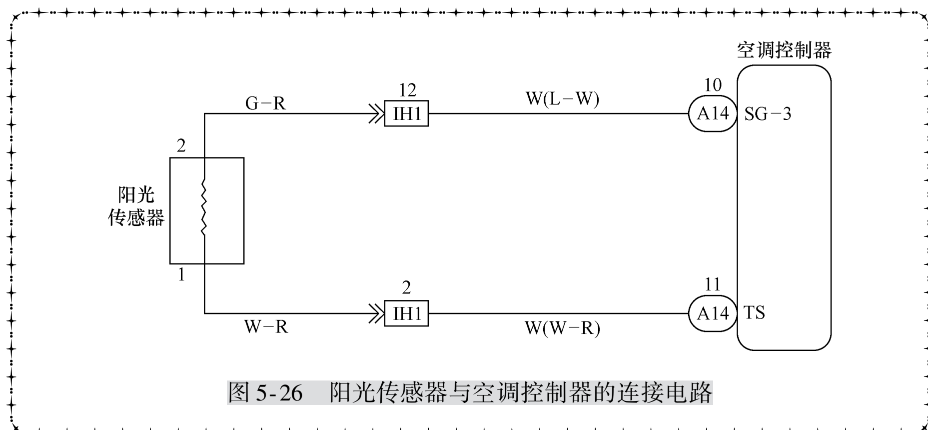
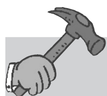
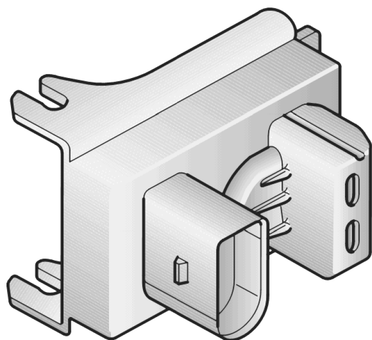


图 5-26　阳光传感器与空调控制器的连接电路

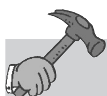


5-347　空气质量传感器的结构和工作原理是怎样的？

空气质量传感器也称多功能传感器。它主要用于测量空气中的水分、环境温度和外界空气的污染程度（通过测量空气中的 CO、CO_2、NO_x 等的含量），空调 ECU 通过测量结果，来控制压缩机的工作与进气门的位置。如图 5-27 所示，其测量元件是一个混合氧传感器。空气质量传感器的精度因催化添加物铂、铑数量的增加而提高。该传感器的工作原理类似于电控发动机中的氧传感器，传感器的工作温度为 350℃，其耗电量大约为 0.5W。


图 5-27　空气质量传感器





5-348　如何对空气质量传感器进行检测？

雷克萨斯 LS400 空气质量传感器与空调控制器的线路连接如图 5-28 所示。

（1）**电压测试**　将点火开关置于“ON”位置 30s 后，传感器的信号电压应为 0.1 ~ 4.5V（10 ~ 35℃时）。

（2）**电阻测试**　拆下空气质量传感器插头，把传感器 4 号端子接蓄电池正极，1 号端子搭铁，30s 后测量传感器 2 号与 3 号端子间的电阻，电阻应为 5 ~ 100kΩ（10 ~ 35℃时）。

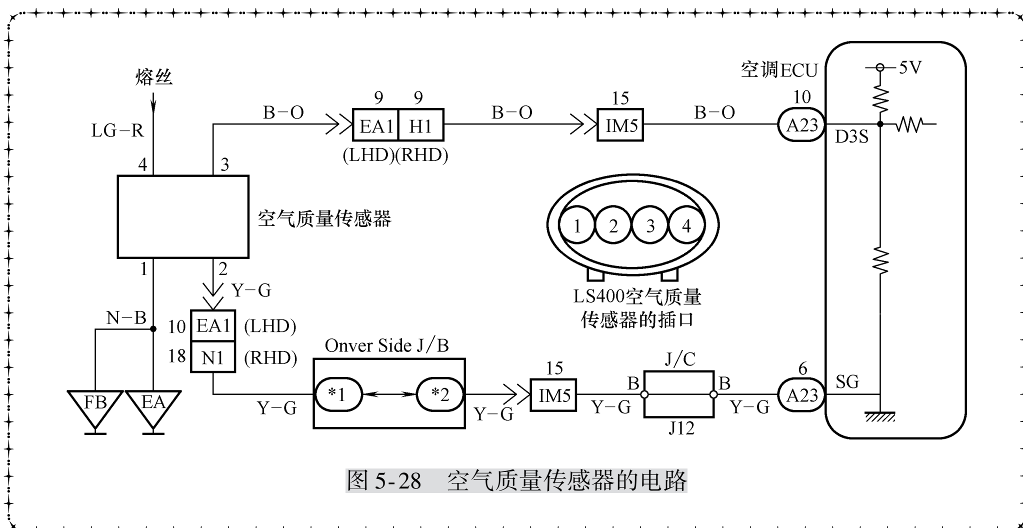
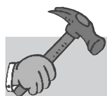


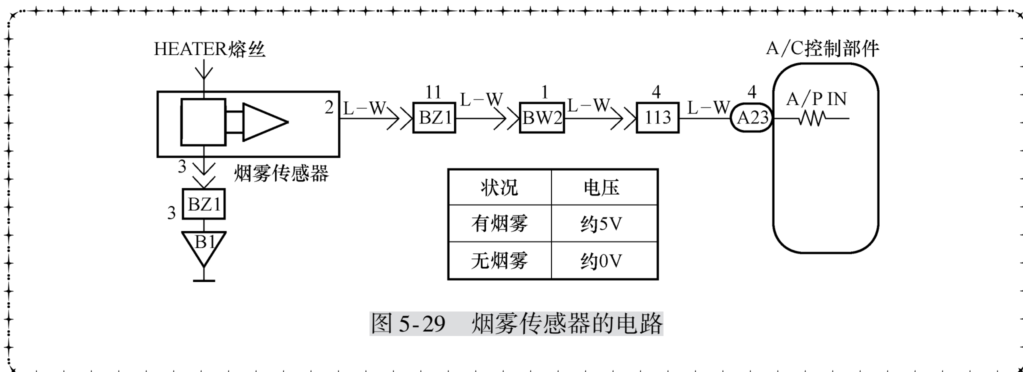
图 5-28　空气质量传感器的电路



5-349　烟雾传感器的结构和工作原理是怎样的？

烟雾传感器的作用是控制鼓风机转速。烟雾传感器设置在后置空调装置内，当接通点火开关且空调处于“AUTO”方式时，**烟雾传感器便开始检测烟雾浓度，并将信号传送给空调控制器，以控制后鼓风机电动机的转速。**

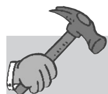
雷克萨斯 LS400 烟雾传感器与空调控制器的线路连接如图 5-29 所示。拆下空调控制器，



状况	电压
有烟雾	约5V
无烟雾	约0V

图 5-29　烟雾传感器的电路

但不断开插接，将点火开关旋至“ON”位置，测量烟雾吹到烟雾传感器时，端子 A/PIN 和车身搭铁间的电压。在有烟雾时，电压约为 5V，无烟雾时，电压约为 0V。若不正常，应更换传感器。



5-350 自动空调系统控制执行机构的结构是怎样的？

（1）**控制器** 控制器分为两种类型，一种是采用集成电路（IC），另一种是采用计算机。这些控制器通常被称为“系统放大器”、“自动空调放大器”或“空调器 ECU（电子控制单元）”。采用 IC 控制的自动空调系统称为“放大器控制型自动空调器”；而采用计算机控制的称为“计算机控制型自动空调器”，如图 5-30 所示。

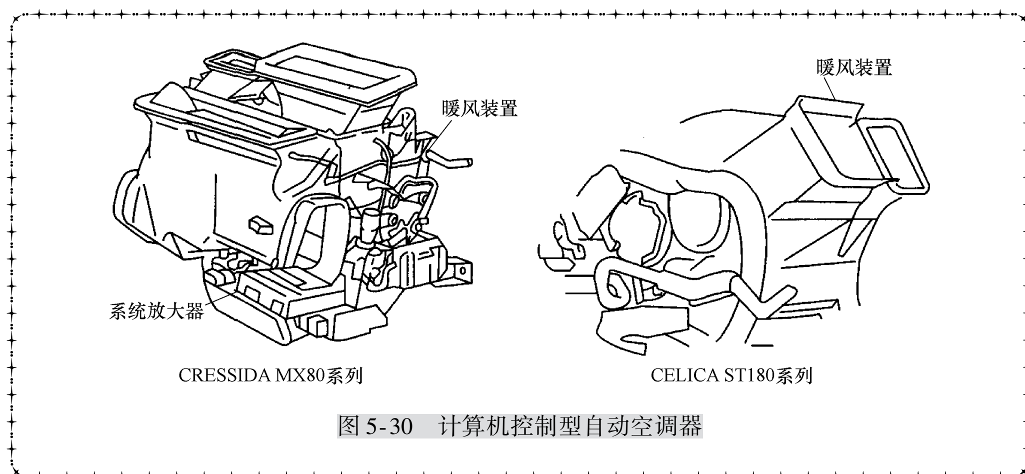


图 5-30 计算机控制型自动空调器

（2）**执行器** 汽车自动空调电控系统的执行器是在接收到控制器驱动信号后对风机电动机、制冷压缩机及风门伺服电动机等执行驱动的元器件，如图 5-31 所示。这些部件的工作情况与手动空调完全不同，它采用了先进的计算机控制理论和控制方法。

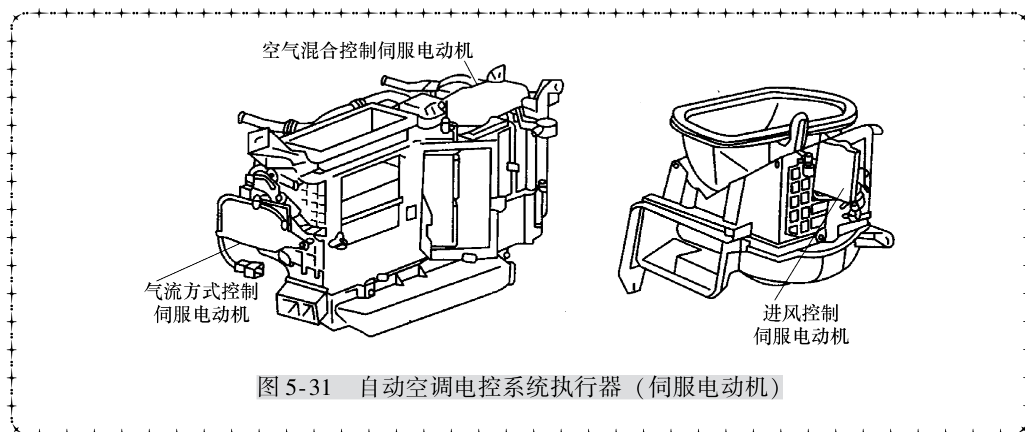
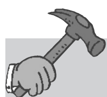
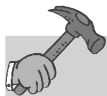


图 5-31 自动空调电控系统执行器（伺服电动机）



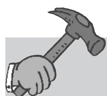
5-351　自动空调控制的内容有哪些？

随着汽车空调系统的应用，人们对空调的质量提出了更高要求，要求空调无噪声干扰、操作简便，要求更高的制冷效率及可靠性，这就需要对汽车空调实行自动控制。**汽车自动空调控制的内容包括温度的自动控制、风机电动机的自动控制、新风换气量的自动控制、送风模式的自动控制、送风量的自动控制及制冷压缩机的自动控制等**。目前汽车自动空调系统有各种不同的形式，控制的办法也各不相同。



5-352　温度的自动控制模式是如何进行控制的？

一般情况下，**计算机会采集各温度传感器的输入信号，根据温度平衡方程驱动 DVV 阀动作，调节温度门的位置，以调整合适的送出空气的温度**。但由于各种原因，如炎热夏季车刚起动，车内温度很高时，计算机会通过延长压缩机的工作时间和提高风机的转速的方法，来改善车内的温度变化。



5-353　风机电动机的自动控制模式是如何进行控制的？

风机转速是根据设定温度、环境温度、车内温度、进气温度、日照量和空气混合门位置等因素自动控制的。自动空调控制系统中对风机转速的控制，通常采用以下 3 种方式。

（1）晶体管与调速电阻组合控制型　其电路结构如图 5-32 所示。风机控制开关有自动档（经济运行模式）和人工选择模式两种。当设定为自动档时，其转速由计算机根据传感器参数和驾驶人设定温度自动控制。晶体管中电流的大小决定风机的转速。若调为人工选择模式，则根据调整改变转速。

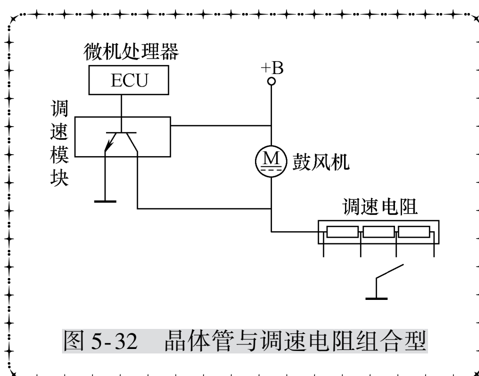


图 5-32　晶体管与调速电阻组合型

（2）晶体管减负荷工作型　在控制电路中，风机是根据温度传感器送入计算机中的参数，经计算机分析处理后发出的相应指令实现相应工作的。通常工作有低速、高速、自动和时滞气流控制 4 种模式。图 5-33 所示为风机转速控制电路。

① 低速。计算机发出低速工作指令时，电路中晶体管 VT_1 导通，风机继电器常开触点闭合，风机低速运转。当车内温度与设定温度接近时，亦维持最低转速。电流方向：蓄电池→风机继电器→风机电动机→低速电阻→搭铁。

② 高速。当车内温度与设定温度差较大时，计算机发出风机高速工作信号，晶体管

VT_2 导通，风机高速继电器常开触点闭合，风机高速运转。电流方向：蓄电池→风机继电器→风机电动机→高速继电器→搭铁。

③ 自动。当调整到自动模式时，计算机则根据车外温度与设定温度的参数，发出自动运行控制信号，调速模块晶体管以不同的角度导通，风机电动机实现无级变速。电流方向：蓄电池→风机继电器→风机电动机→调速模块→搭铁。

④ 时滞气流控制。该控制模式仅用于制冷工况，以防止在炎热有阳光天气下久停的汽车起动空调时放出热空气。

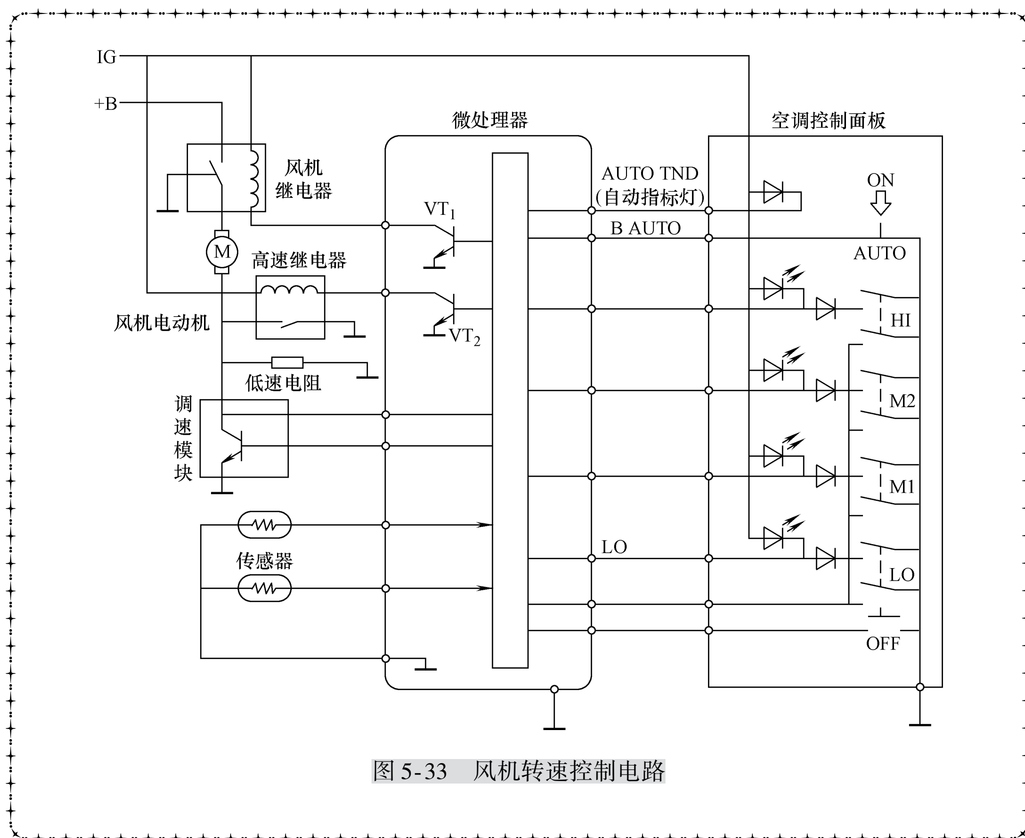
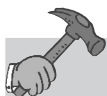


图 5-33　风机转速控制电路

（3）脉冲控制全调速型　这种风机转速控制系统由计算机处理器根据系统送风量的要求，控制内部脉冲发生器，提供不同占空比的导通信号。调速模块中一般由大功率晶体管组成驱动风机电路，完成对其转速的无级调整工作。



5-354　制冷压缩机的自动控制模式是怎样进行控制的？

较为先进的空调自动控制系统采用了变流量制冷压缩机，这种压缩机可根据冷负荷需要改变其流量，减少了不必要的能量浪费，减轻了发动机的负荷。其控制模式有两种类型：一种是根据冷却液温度信号进行控制的；另一种是由热敏电阻阻值变化信号来控



制的。

（1）根据冷却液温度信号进行控制　来自冷却液温度传感器信号对应的是一种发动机工况（负荷）信号，如发动机过热，这个控制即减少发动机负荷，以防止其进一步过热。控制放大器允许电流流至或不流至压缩机电磁线圈，于是，实现电磁线圈在压缩机全容量与半容量运作之间转换。图 5-34 所示为冷却液温度控制特性。

（2）由热敏电阻阻值变化信号来控制　来自空调开关的信号 A/C 或 ECON（经济模式）以及蒸发器温度传感器的温度信号发生相应变化时，计算机可根据信号情况控制电流是否流经压缩机线圈，实现全容量或半容量工作模式。图 5-35 所示为自动空调由热敏电阻控制特性。

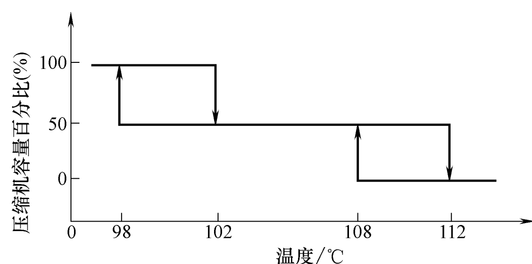


图 5-34　冷却液温度控制特性

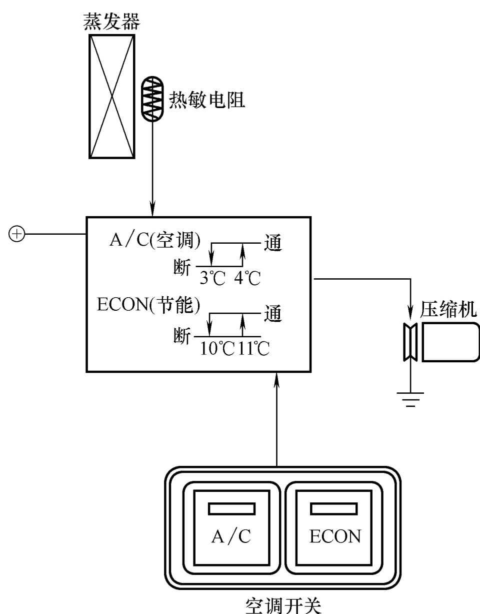
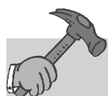


图 5-35　自动空调由热敏电阻控制特性



5-355　送风模式的自动控制过程是怎样的？

送风模式的自动控制就是根据空气调节的要求自动控制车内空气送风的方式。当驾驶人在车内空调控制面板上调整开关至 AUTO（全自动）方式时，计算机将接收到这个信息，其根据设定值按图 5-36a 所示的方式实现自动控制调节。

图 5-36b 所示为送风模式自动控制电路图。其工作过程是当车内温度与驾驶人设定的温度偏差较大时，由计算机发出改变气流方式的指令，相应的晶体管导通，驱动电路中的输入、输出关系依内部程序为电动机提供相应工作通路，驱动伺服电动机开始工作，带动触点

组移动到相应位置后停止。送入车内的空气会按相应风口及风口摆动到的角度吹出，实现自动送风方式的控制。

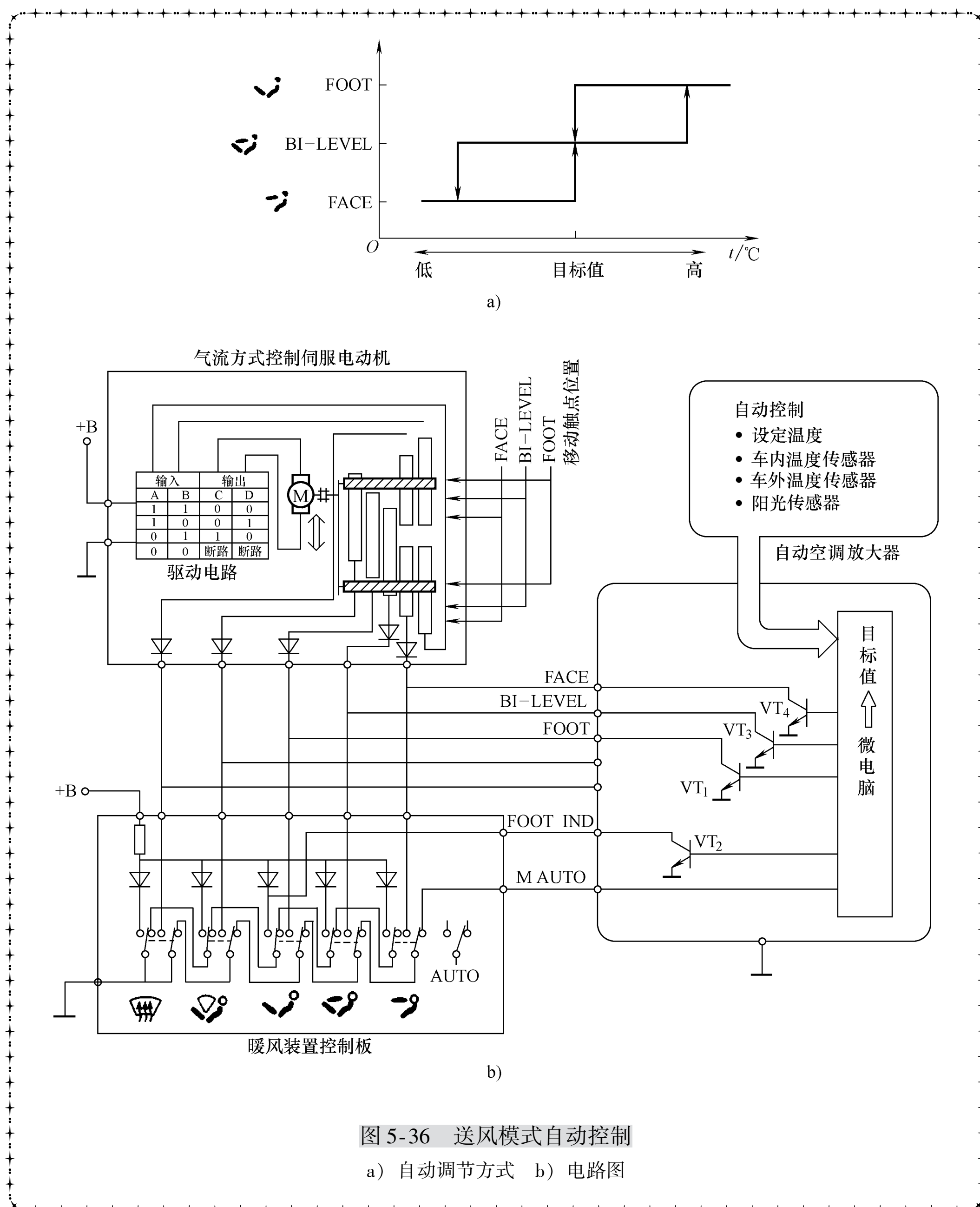
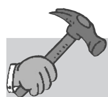


图 5-36 送风模式自动控制

a）自动调节方式 b）电路图

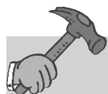


5-356 新风换气量的自动控制过程是怎样的？

新风换气量的自动控制与下列因素有关：设定温度、环境温度、车内温度、进气温度、



日照量及压缩机的开关操作等。当车内温度明显偏高时，计算机发出指令驱动气源门（车内与车外之间连通的风门）伺服电动机工作，以关闭气源门。当车内温度迅速下降至设定温度时，再打开气源门，按一定的比例引入车外的新风。



5-357 奥迪轿车的自动空调控制系统控制原理和结构是怎样的？

奥迪轿车全自动空调系统由传感器、空调、执行元件三部分组成。奥迪系列车型自动空调系统控制原理示意如图 5-37 所示，奥迪轿车自动空调系统控制如图 5-38 所示。

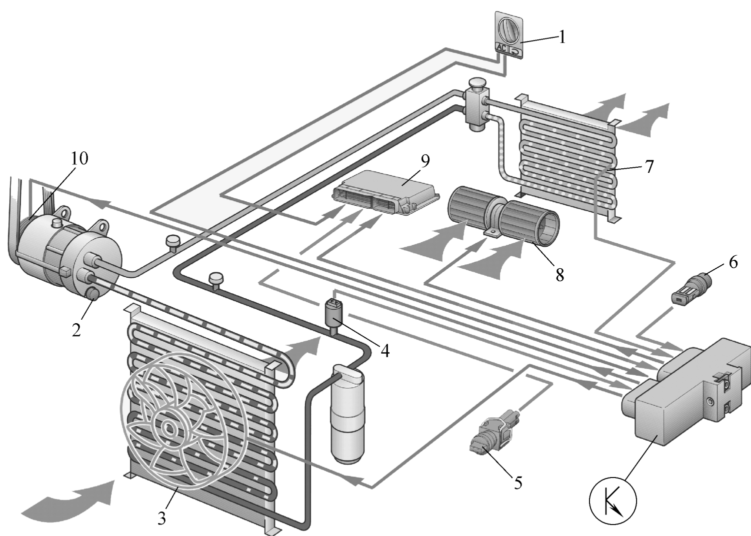


图 5-37　奥迪系列车型自动空调系统控制原理示意图

1—空调开关　2—卸压阀　3—冷凝器风扇　4—空调三位压力开关　5—冷却液温度开关（5V）　6—散热器风扇双温开关　7—蒸发器温控开关　8—鼓风机　9—发动机控制单元　10—电磁离合器

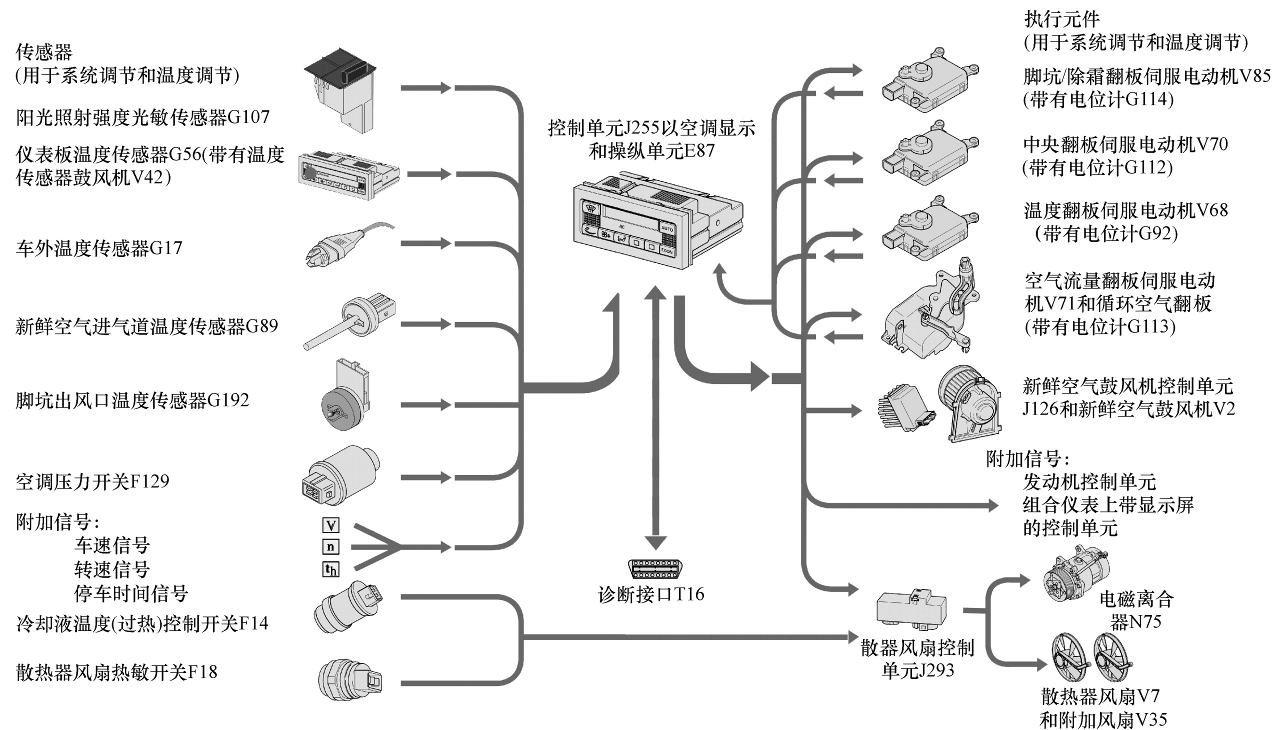
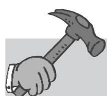


图 5-38　奥迪轿车自动空调系统控制图





5-358 奥迪轿车带有操纵和显示单元的控制单元的结构是怎样的？

奥迪轿车的控制单元与操纵和显示单元组合在一起，如图 5-39 所示。这个操纵和显示单元是与相应的车辆相匹配的。另外在控制单元上还装有一个温度传感器，用于测量车内的温度。奥迪轿车的控制单元接收来自电气和电子部件（传感器）的信息，并按照内部已存储的规定值来处理这些信息。控制单元的输出信号用来操纵电气执行元件工作。控制单元配备了一个故障存储器。如果某个部件出故障或者导线断路，很快就可以通过自诊断来确定原因。无论出现什么故障，控制单元都能在应急工况下维持已设定的工作模式。

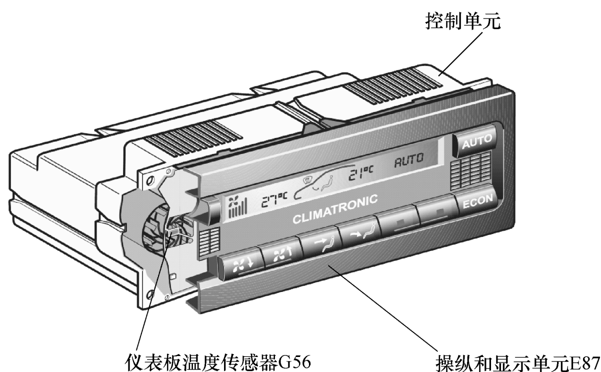
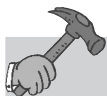


图 5-39　带有操纵和显示单元的控制单元



5-359 奥迪轿车暖风/空调上的执行元件和传感器有哪些？

奥迪轿车暖风/空调上的每个气流分配翻板都配备了一个伺服电动机。空气流量翻板和循环空气翻板共同使用一个伺服电动机来驱动。这两个翻板通过一个驱动带轮（有两个导轨）来实现分别调节。在其他系统中，也有通过真空力或电磁阀来调节循环空气翻板的。

如图 5-40 所示，新鲜空气鼓风机和新鲜空气鼓风机控制单元是单独的两个件，但这两

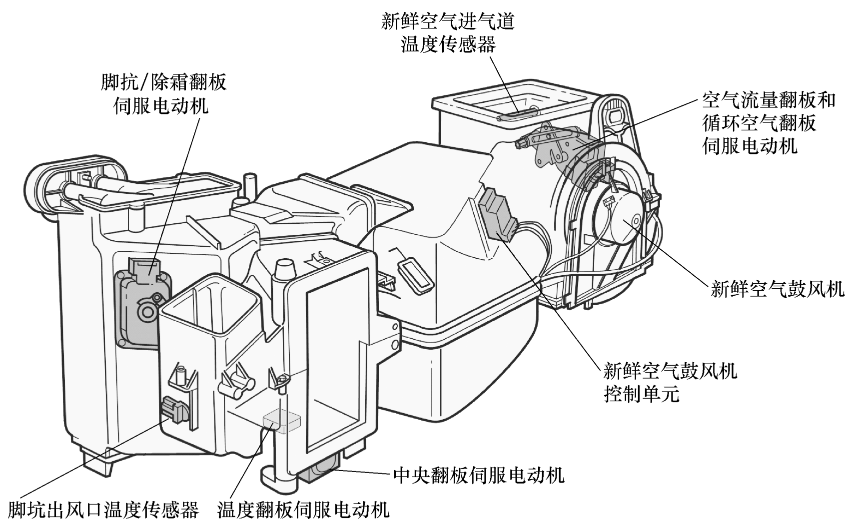
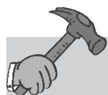


图 5-40　暖风/空调上的执行元件和传感器

个件也可以合成一个件。其上的执行元件和传感器的分布如图 5-40 所示。**主要的温度传感器包括：车外温度传感器 G17、新鲜空气进气道温度传感器 G89、仪表板温度传感器 G56（带有温度传感器鼓风机 V42）、脚坑出风口温度传感器 G192、阳光传感器 G107、空气质量传感器 G238。**



5-360 奥迪轿车车外温度传感器 G17 是怎样工作的？

车外温度传感器 G17 位于车身前部，如图 5-41 所示。它用于判断实际的外部温度。**控制单元按照这个温度信号来操纵温度翻板和新鲜空气鼓风机工作。**如果这个温度信号失效的话，控制单元会使用另一个温度传感器（新鲜空气进气道温度传感器）的测量值来取代。

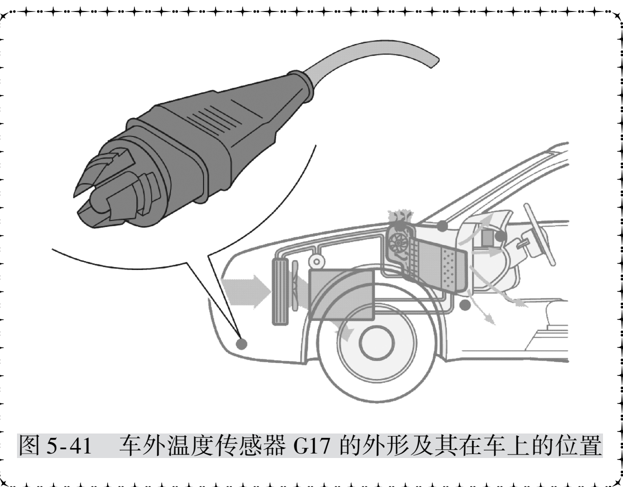
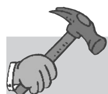


图 5-41　车外温度传感器 G17 的外形及其在车上的位置

如果新鲜空气进气道温度传感器也失效了，那么系统用 +10℃ 这个替代值继续工作。但这时循环空气模式就不能使用了。温度传感器具有自诊断功能。



5-361 奥迪轿车新鲜空气进气道温度传感器 G89 是怎样工作的？

新鲜空气进气道温度传感器 G89 位于新鲜空气进气道中，如图 5-42 所示。该传感器实际就是外部实际温度的第二个测量点。**控制单元按照这个温度信号来操纵温度翻板和新鲜空气鼓风机工作。**

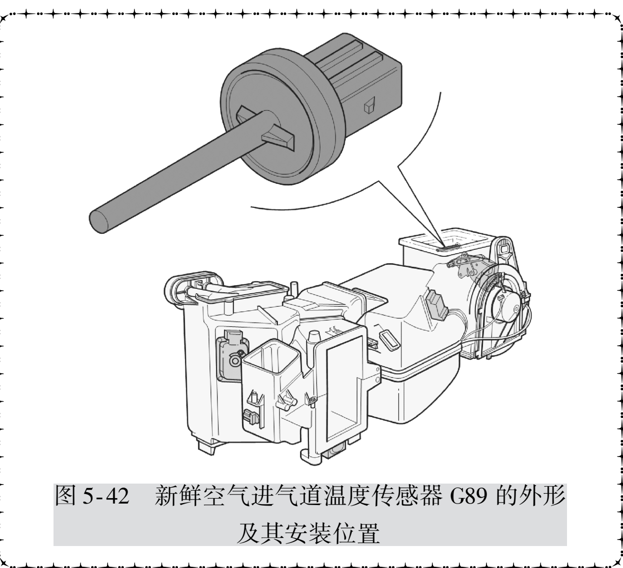
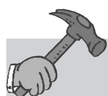


图 5-42　新鲜空气进气道温度传感器 G89 的外形及其安装位置

如果这个温度信号失效的话，会使用另一个温度传感器（车身前部的车外温度传感器）的信号。该温度传感器具有自诊断功能。控制单元总是使用车外温度传感器 G17 和新鲜空气进气道温度传感器 G89 这两个传感器获取的最低的那个值。





5-362　奥迪轿车仪表板温度传感器 G56（带有温度传感器鼓风机 V42）是怎样工作的？

仪表板温度传感器 G56 一般都直接装在控制单元内，如图 5-43 所示。它将车内的实际温度值传给控制单元。气流中有一个鼓风机，用于抽取车内空气。这个鼓风机由操纵和显示单元来起动工作，用于抽取车内空气，以避免测量错误。

仪表板温度传感器 G56 的测量值用于与规定值进行对比。温度翻板和新鲜空气鼓风机按此来进行相应的工作。如果信号失效，那么系统用 +24℃这个替代值继续工作。该温度传感器具有自诊断功能。

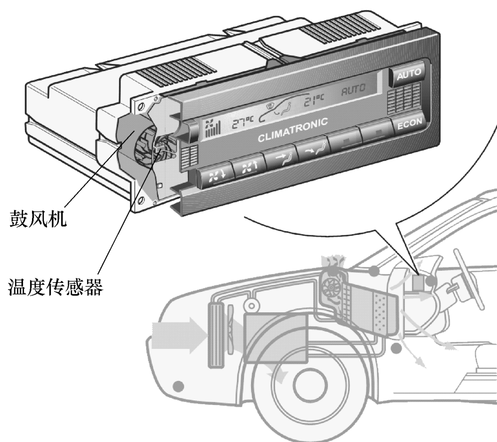
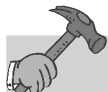
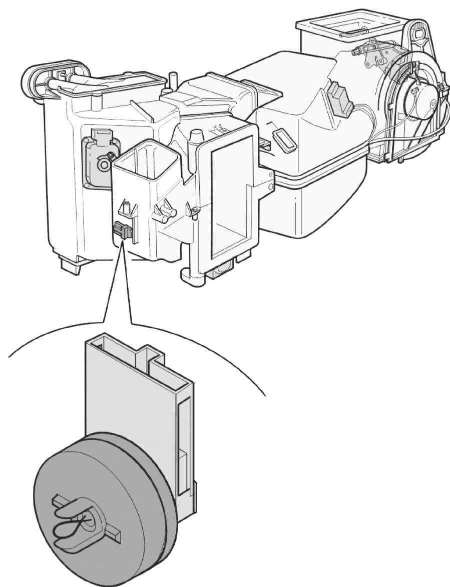


图 5-43　仪表板温度传感器 G56 安装位置



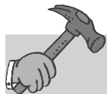
5-363　奥迪轿车脚坑出风口温度传感器 G192 是怎样工作的？

脚坑出风口温度传感器 G192 测量的是从暖风/空调中出来的空气（进入车内的空气）温度，其安装位置如图 5-44 所示。这个温度值是通过一个根据温度来变化的电阻获取的


图 5-44　脚坑出风口温度传感器 G192 的外形及安装位置

（其热敏电阻为正温度系数）。如果温度下降，这个电阻值就升高。控制单元对这个信号进行处理后，将其用于控制除霜/脚坑的空气分配以及控制新鲜空气鼓风机的工作能力。

如果信号失效，控制单元采用 +80℃ 这个替代值继续工作。脚坑出风口温度传感器 G192 具有自诊断功能。



5-364 奥迪轿车阳光传感器 G107 是怎样工作的？

空调的温度调节过程还受光敏传感器的影响。该传感器用于获取直接照在车内乘员身上的阳光强度信息。传感器的外形及结构如图 5-45 所示。

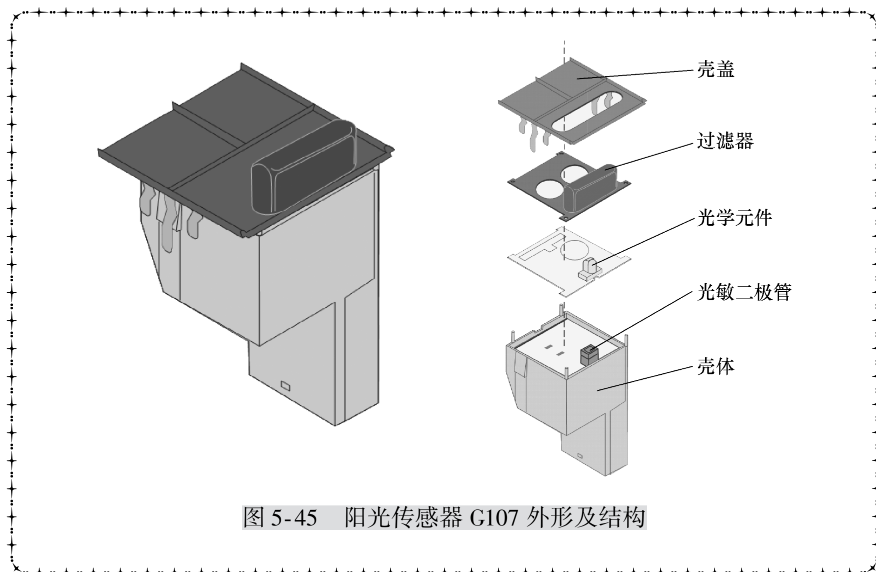


图 5-45 阳光传感器 G107 外形及结构

根据空调型号的不同，可能使用一个或两个这种传感器，分别监控车内左、右侧的情况。阳光穿过过滤器和光学元件到达光敏二极管。过滤器的功能就像一个太阳镜，用于防止紫外线损坏光学元件。光敏二极管是采用对光敏感的半导体制成的。没有光作用时，二极管只能流过很小的电流；有光作用时，流过的电流就增大。光越强，流过的电流就越大。

空调控制单元根据升高的电流推断出现在阳光较强，于是就会调节车内的温度。温度翻板和新鲜空气鼓风机会相应地工作。如果带有两个这种传感器，那么阳光较强的一侧冷得要快一些。如果该信号失效，控制单元使用一个固定值来代替阳光强度。其电路原理图如图 5-46 所示。

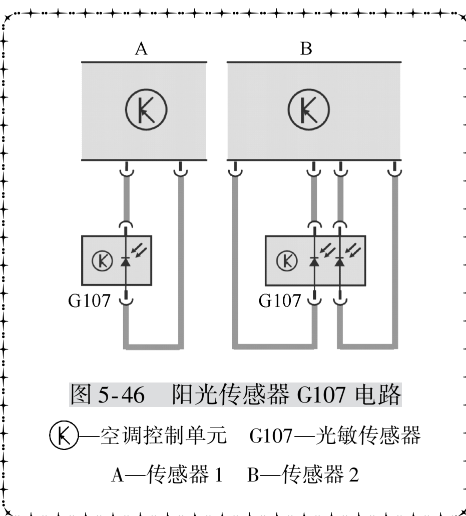
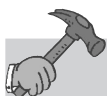


图 5-46 阳光传感器 G107 电路

Ⓚ—空调控制单元 G107—光敏传感器

A—传感器 1 B—传感器 2





5-365　奥迪轿车空气质量传感器 G238 的结构和电路是怎样的？

空气质量传感器 G238 的工作原理与氧传感器相同，其外形及电路原理如图 5-47、图 5-48 所示。其测量元件是一个采用半导体技术的混合氧化物传感器（氧化锡），使用铂、钯作为催化添加剂来提高该传感器的灵敏度。该传感器的工作温度约为 350℃，功率消耗为 0.5W。

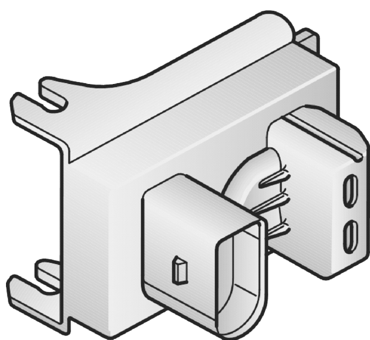


图 5-47　空气质量传感器 G238

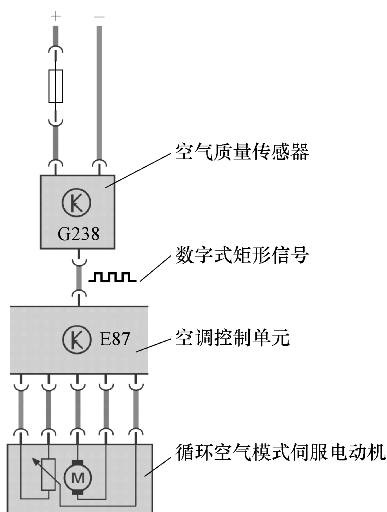
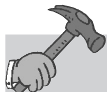


图 5-48　空气质量传感器的电路原理图

传感器模块内集成的电子测量装置会对导电率变化作出反应。传感器的灵敏度很高。该系统是自学习式的。**电子系统确定出车外空气中有害物质的平均含量，然后通过数字式矩形信号将有害物质的种类和含量信息发送给空调控制单元。**空调控制单元随后会在有害物质浓度达到顶点时，根据车外温度和空气污染程度关闭循环空气翻板。这样就可以保证在污染严重的地区，通风系统不至于一直处于循环空气状态。



5-366　奥迪轿车用于温度调节的附加信号有哪些？

在温度调节过程中，附加信息可提高舒适性并用于系统控制。这些附加信号来自车上的其他控制单元，并由空调控制单元进行处理。**这些重要的附加信号包括停车时间、车速、发动机转速，**如图 5-49 所示。

（1）停车时间　停车时间为点火开关关闭到下一次起动发动机所经过的时间。这个信

号用于调节温度翻板。发动机起动后，控制单元处理发动机关闭前所存储的车外温度值。测量值的变化（例如因辐射热）不影响调节。这可以很快调节到舒适温度，避免了温度过低的情况。

（2）车速　该信号用于操纵空气流量翻板。该信号是车速表传感器产生的，并在控制单元内进行转化。当车速较高时，新鲜空气出口的横截面就会变小，这样就可使得进入车内的空气量基本保持不变。

（3）发动机转速　该信号将发动机的运转信息传给空调控制单元。这个信号用于系统控制（切断电磁离合器），例如在没有发动机转速信号时就关闭压缩机。

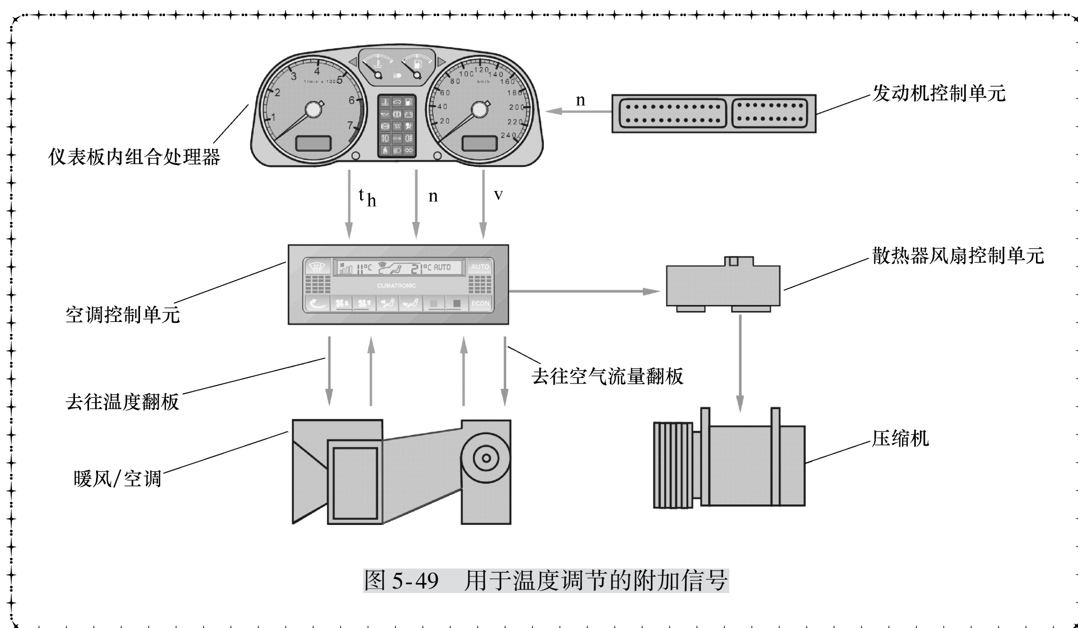
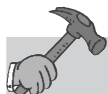


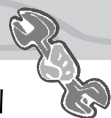
图 5-49　用于温度调节的附加信号



5-367　奥迪轿车伺服电动机的位置和控制电路是怎样的？

对于手动空调来说，一些空气翻板如温度翻板、中央翻板、脚坑/除霜翻板等是由驾驶人通过拉索来单独调节的。

对于自动空调来说，这些调节过程是由电动伺服电动机来完成的，伺服电动机的位置及控制电路如图 5-50 所示。循环空气翻板也是由伺服电动机来调节的。这些**伺服电动机布置在与相应翻板轴等高处**。所有这些伺服电动机都接收来自空调控制单元的相应控制信号。每个伺服电动机都配有一个电位计。这个电位计通过一个反馈值来将翻板的位置告知空调控制单元。伺服电动机（执行元件）就将电气输出信号转化成一个机械量。



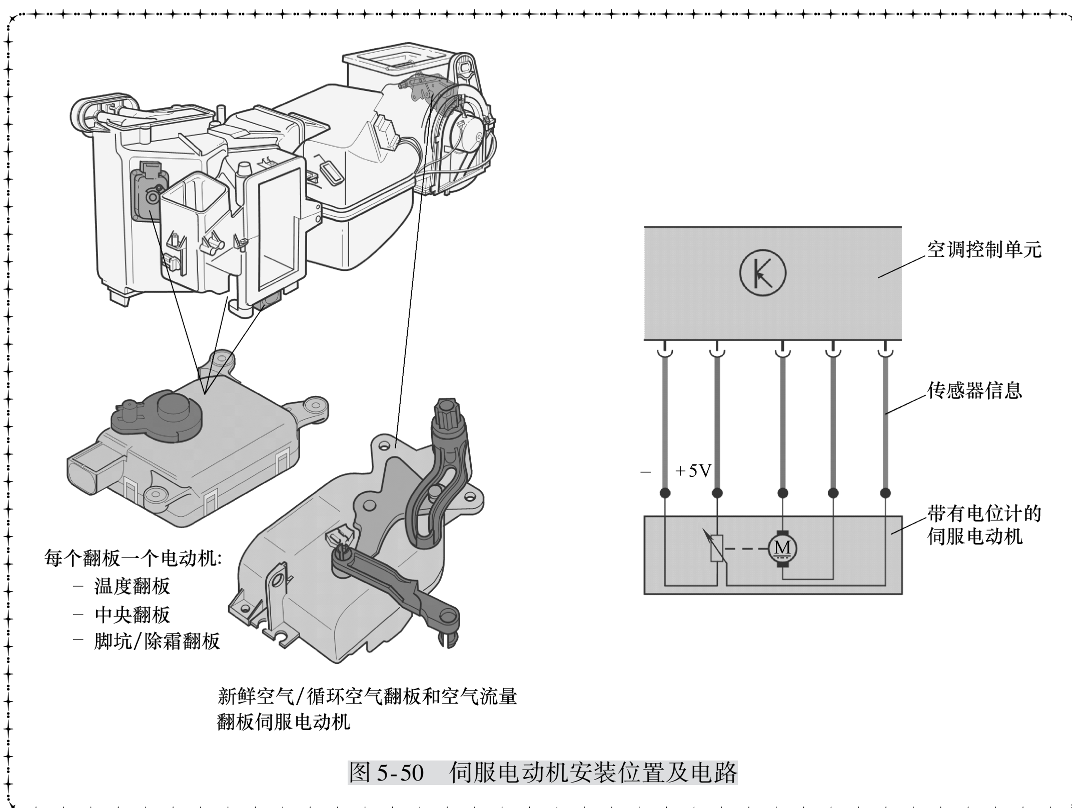
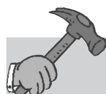


图 5-50　伺服电动机安装位置及电路



5-368　奥迪轿车空调系统的几种工作模式是怎样的？

（1）**空调模式**　在空调模式下，很暖的新鲜空气经蒸发器被送往各出风口。通往热交换器的通道被关闭了，如图 5-51、图 5-52 所示。即使新鲜空气潮湿且很凉，也可以选择空

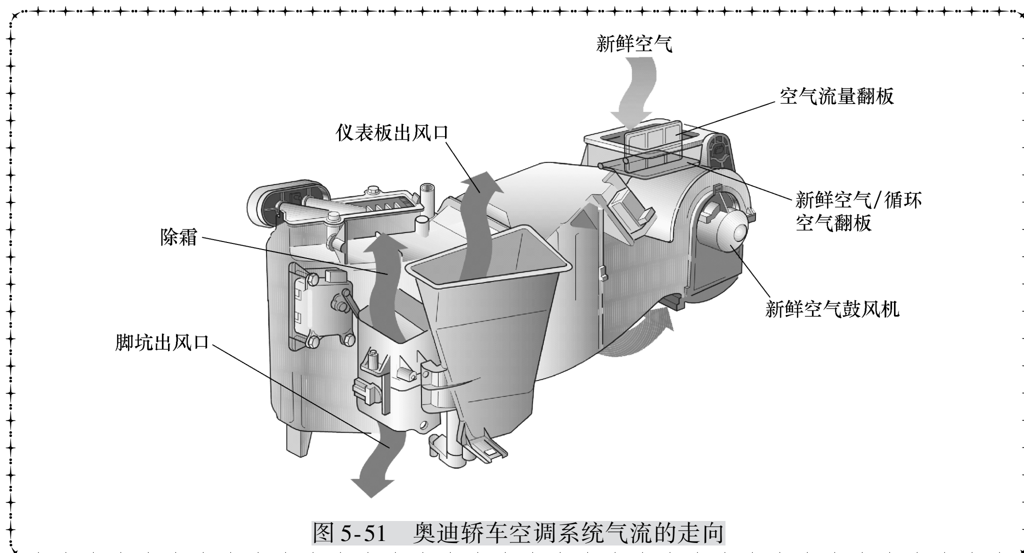


图 5-51　奥迪轿车空调系统气流的走向

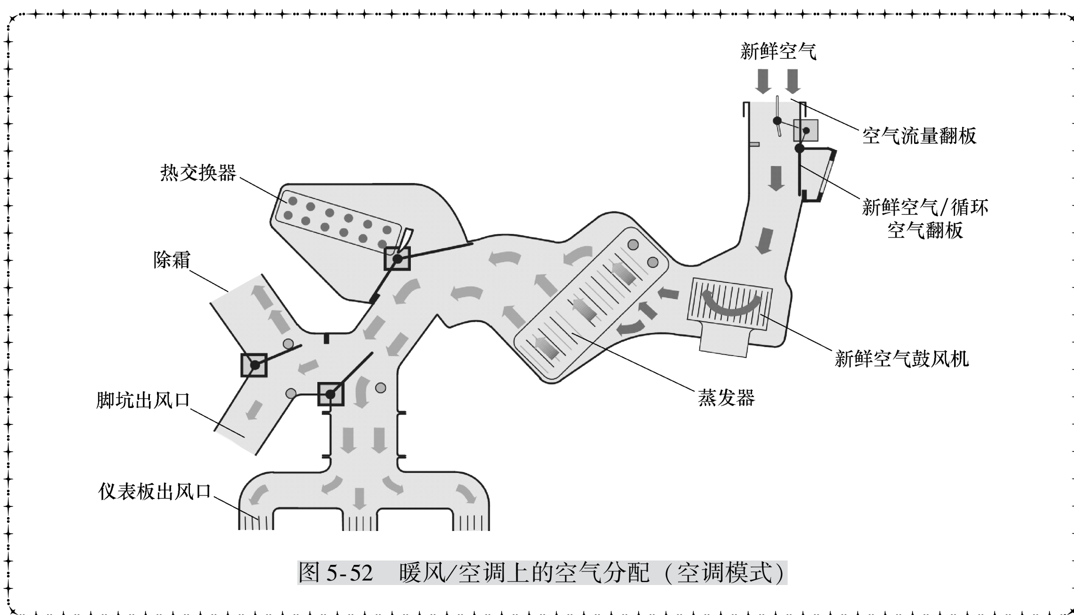


图 5-52　暖风/空调上的空气分配（空调模式）

调模式。空气流经蒸发器就会被除湿，这样玻璃上的雾气就被除掉了。

（2）**空调关闭，暖风接通模式**　很凉的新鲜空气流经蒸发器，蒸发器不工作。新鲜空气完全流经热交换器并被加热，如图 5-53 所示。

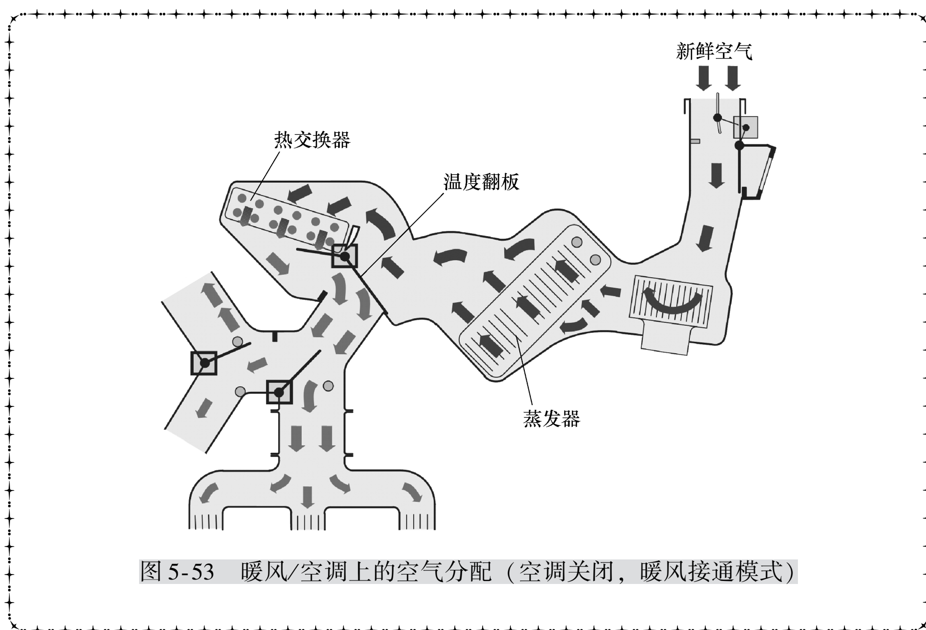


图 5-53　暖风/空调上的空气分配（空调关闭，暖风接通模式）

（3）**空调接通，暖风接通模式**　在空调接通，暖风接通模式下，如图 5-54 所示，很暖的新鲜空气流经蒸发器以便冷却下来。这个新鲜空气很凉，因此一部分新鲜空气就被送经热交换器，以便达到出风口各自所需要的温度。



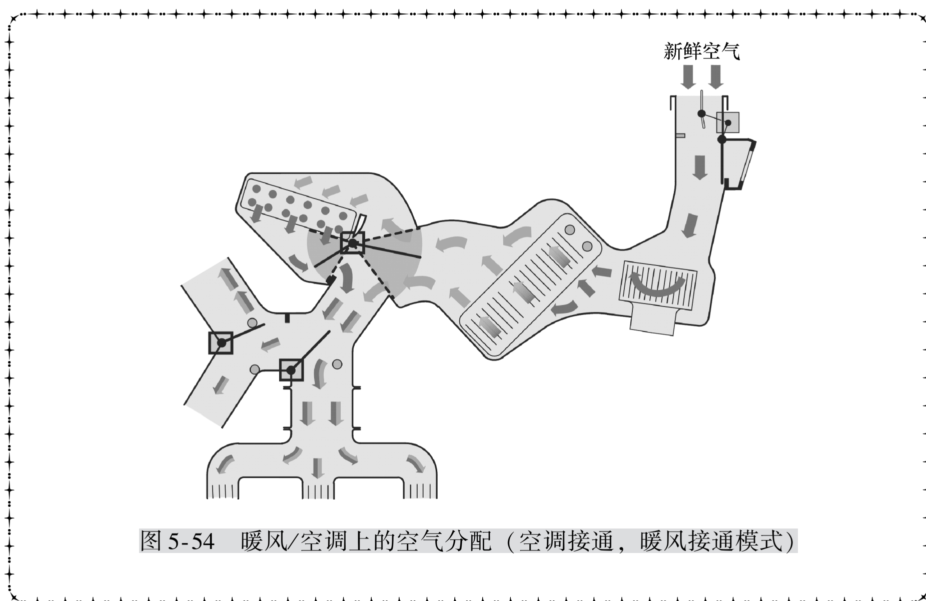
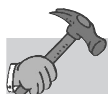


图 5-54　暖风/空调上的空气分配（空调接通，暖风接通模式）



5-369　奥迪轿车的微机控制的全自动空调是怎样工作的？

随着汽车电子技术的发展，出现了微机控制的全自动空调。这种空调系统利用各种传感器随时检测车内外温度、阳光强度等信号，并把传感器的信号送到空调系统的电子控制单元（ECU），电子控制单元按照预先编制的程序对传感器信号进行处理，并通过执行元件不断地对风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状况等进行调节，从而使车内温度、空气流动状况等始终保持在驾驶人设定的水平上，如图 5-55 ~ 图 5-57 所示。

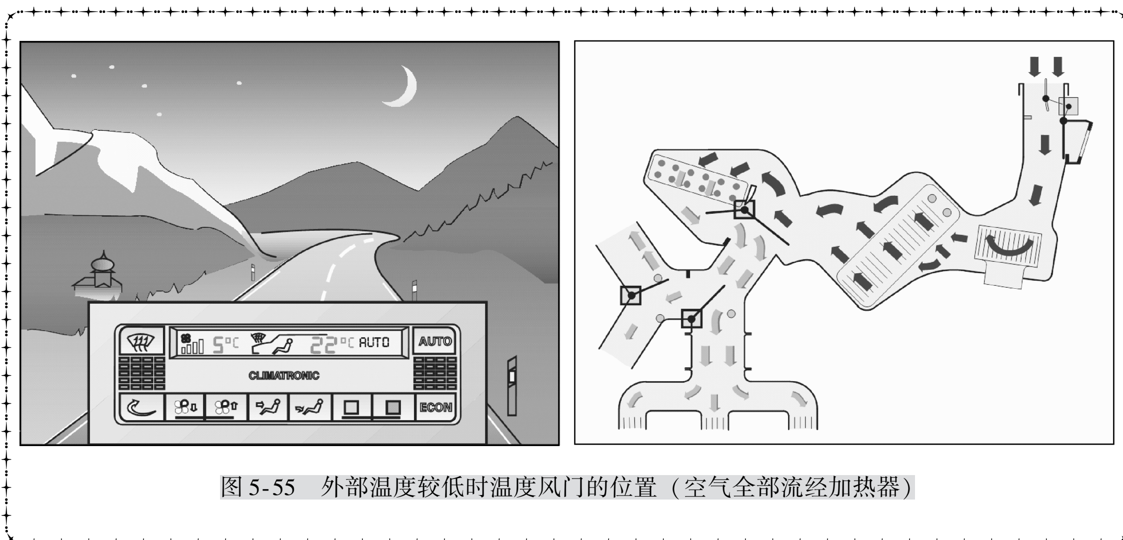


图 5-55　外部温度较低时温度风门的位置（空气全部流经加热器）

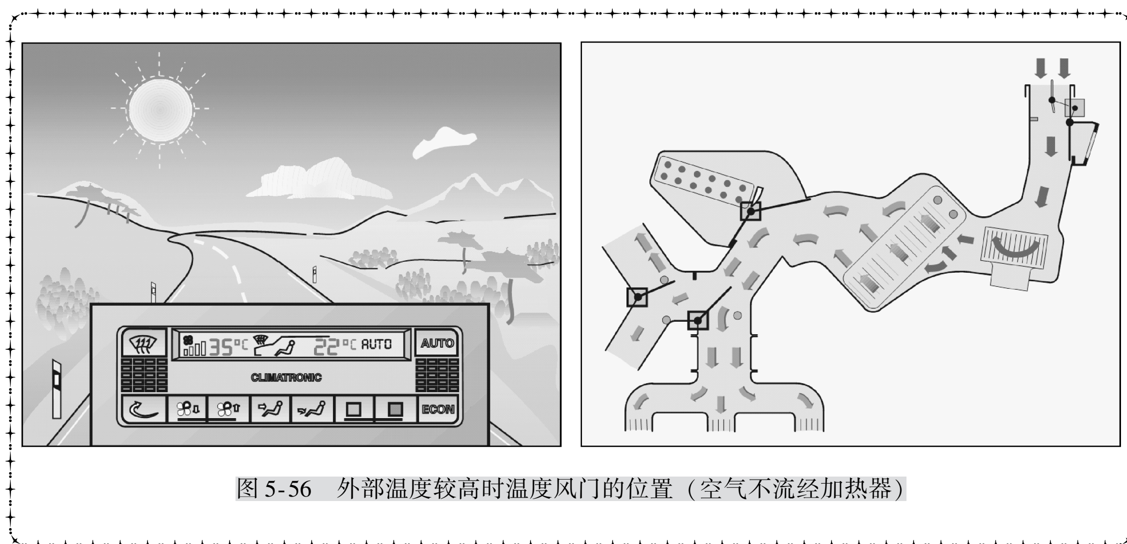


图 5-56　外部温度较高时温度风门的位置（空气不流经加热器）

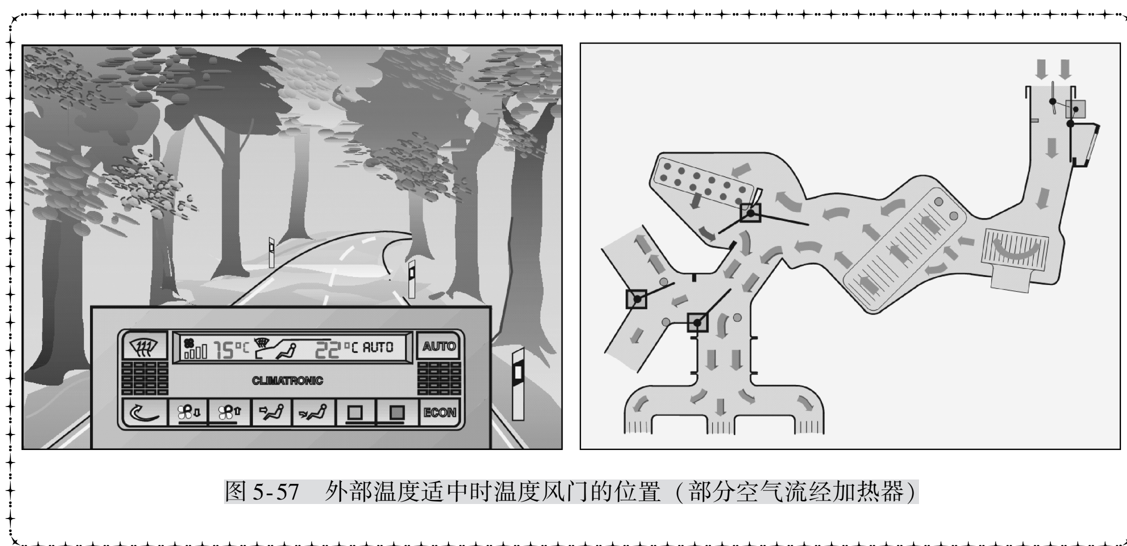
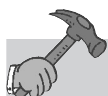


图 5-57　外部温度适中时温度风门的位置（部分空气流经加热器）



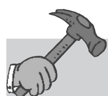
5-370　奥迪轿车自动空调的空气分配是怎样的？

自动空调中空气分成两路，如图 5-58 所示。空气分配是通过空调的翻板来进行调节的。根据翻板的控制情况，气流被引向各个出风口。所有的翻板均由伺服电动机来操纵运动。翻板调节或者是按程序自动进行，或者是在操纵和显示单元上通过手动来进行。





图 5-58　奥迪轿车空调系统空气的分配



5-371　奥迪轿车车内左、右侧的温度是如何单独调整的？

在有的奥迪车型中，车内左、右侧的温度是可以单独调整的（彼此是独立的）。**在空气分配器壳体中，气流分成冷、暖以及左、右气流。**根据所需要的温度情况，温度翻板会为车内分配好冷、暖气流所占的比例，如图 5-59 所示。**温度翻板由车内左侧伺服电动机和车内**

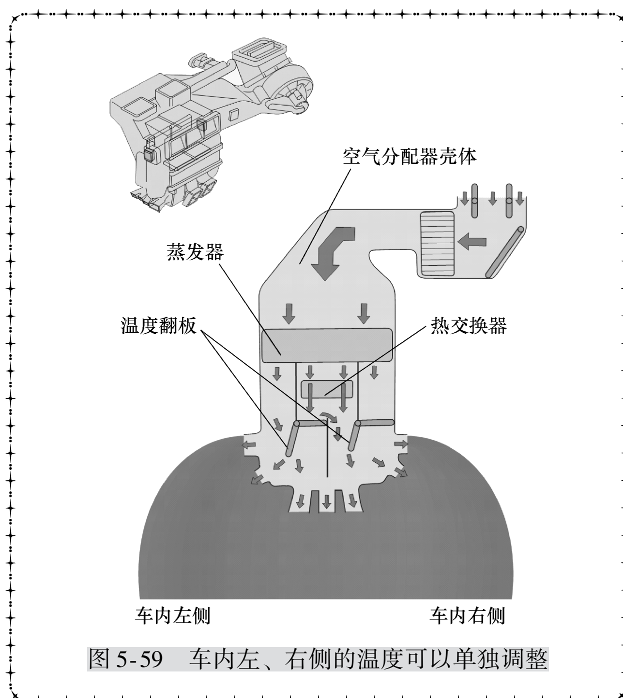
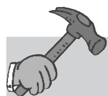


图 5-59　车内左、右侧的温度可以单独调整

右侧伺服电动机来操纵运动。



5-372 奥迪轿车的空调循环模式是怎样的？

空调系统在进行空气准备时有两种空气状态可用：外部空气（新鲜空气）和内部空气（循环空气）。**在循环空气模式时，用于给车内制冷的空气不是从车外抽取的，而是取自车内**。也就是只将车内的空气进行循环并调节温度。

利用循环空气模式可以尽快将车内制冷。其过程就是反复使用车内的空气，于是车内空气就变得越来越凉了。在车内加热工况时，会出现相反的结果，就是说能很快加热。以循环空气模式和外部空气模式工作时，车内制冷/制热的平均温度值如图 5-60 所示。

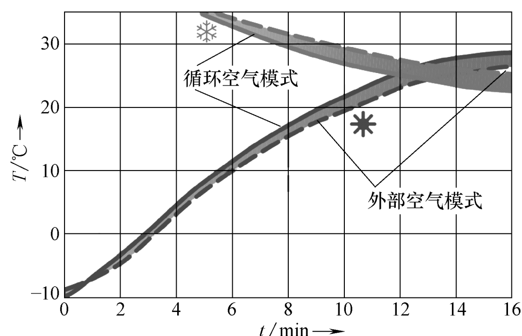
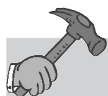


图 5-60 以循环空气模式和外部空气模式工作时，车内制冷/制热的平均温度值



5-373 奥迪轿车空调的循环空气模式是怎样工作的？

在制冷模式工作时，采用循环空气模式的话，所需要的蒸发器功率或者驱动压缩机所需要的功率可降低一半以上。除了能快速制冷/制热外，还可利用循环空气模式来避免吸入车外空气中的有害物质（异味、花粉）。

在循环空气模式下，由于没有空气交换过程，所以空气可能会被“耗尽”。因此循环空气模式不可使用时间过长（应不超过 15min）。在循环空气模式下，因车内乘员呼出气体的原因，车内湿度会增大。如果车内空气的露点高于玻璃的温度，那么玻璃上就不可避免地结成雾气。因此在除霜位置时，循环空气模式就自动关闭了。循环空气模式下的空气调节如图 5-60 所示。

对于手动空调装置来说，驾驶人负责控制和操纵循环空气模式。驾驶人自己决定何时使用循环空气模式以及使用多长时间。按压循环空气模式按钮后，真空动力就改变了翻板的位置。**即使是自动空调装置，主要也是通过驾驶人手动来选择循环空气模式**。新鲜空气/循环空气翻板位置是由伺服电动机来改变的，如图 5-61 所示。

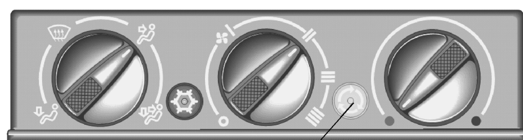
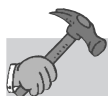




图 5-61 手动空调和自动空调循环空气模式按钮



这两种系统的共同之处：新鲜空气翻板关闭 = 循环空气翻板打开，新鲜空气翻板打开 = 循环空气翻板关闭。循环空气翻板伺服电动机有时还同时控制空气流量翻板的位置。



5-374　奥迪轿车空调系统自动控制式的循环空气模式是怎样工作的？

对于手动操纵循环空气模式的空调装置来说，实际上只有当异味进入车内（也就是说车内的空气已经污染了）时，驾驶人才启用循环空气模式。

而对于自动操纵循环空气模式的空调装置来说，在识别出空气中存在有害物质（通过传感器）时，车上的通风系统就关闭了，这时异味尚未进入车内。自动空气循环功能可以通过手动来接通或者关闭，如图 5-62 所示。

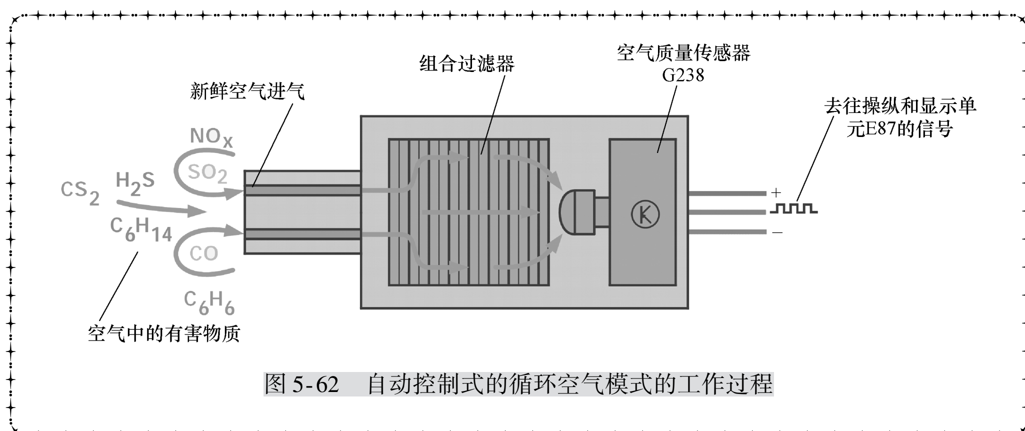


图 5-62　自动控制式的循环空气模式的工作过程

自动循环系统由空气质量传感器 G238 和组合过滤器组成。其中空气质量传感器 G238 是个电子部件，装在新鲜空气进气口附近的组合过滤器前。组合过滤器取代了灰尘/花粉过滤器。该过滤器包含一个微粒过滤器（其中装有活性炭）。

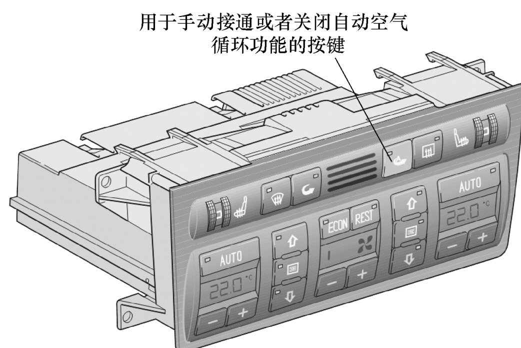
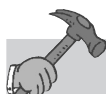


图 5-63　自动控制的循环空气模式所使用的操纵和显示单元

气体传感器侦测车外空气中的有害物质，如果有害物质浓度较高的话，空调控制单元就会根据这个信号将外部空气模式转换成循环空气模式。如果有害物质浓度降低了，车内又恢复成外部空气模式。手动接通或关闭自动循环功能的按键位置如图 5-63 所示。

传感器侦测尾气中主要的有害物质，汽油发动机如一氧化碳（CO）、己烷（C_6H_{14}）、苯（C_6H_6）、庚烷（C_7H_{16}）；柴油发动机如氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO_2）、硫化氢（H_2S）、二硫化碳（CS_2）。

第6章 汽车空调的检测与维修基础



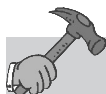
6-375 汽车空调系统中混有异物会有什么不良影响？

正确使用汽车空调系统，可以节约能源，减少故障出现，并能保证汽车空调系统具有良好的技术状况和工作可靠性，发挥其最大效率，延长其使用寿命。

如果空气、水蒸气和脏物混入制冷系统，不仅会影响制冷效率，有时会使制冷设备损坏，其影响见表6-1。例如压缩机的吸气管，如果接头没有锁紧，由于吸气管内是负压，其压力小于外界大气压，外界的空气就会进入系统，于是水蒸气和脏物也会随之而入。此外，在充注制冷剂时如果操作不当，也可能使空气进入系统，空气中的氧气非常活跃，它会和冷冻机油发生反应，从而影响制冷系统的正常运行。

表6-1 制冷系统中的异物及其影响

制冷系统中的异物	影　响
水蒸气	压缩机气门结冰；膨胀阀紧闭不开；变成盐酸和硝酸；腐蚀生锈
空气	造成高温高压；使制冷剂不稳定；使冷冻机油变质；使轴承易损坏
脏物	堵住滤网，变成酸性物；腐蚀零件
其他油类	形成蜡或渣，堵住滤网；润滑不好；使冷冻机油变质
金属屑	卡住或粘住所有的活动零件
酒精	腐蚀锌和铝；铜片起麻点；使制冷剂变质；影响制冷效果，冷气不冷



6-376 水蒸气进入空调系统会有什么影响？ 如何防止？

水在0℃时会结冰，如果压缩机气门结冰，压缩机就不能正常工作；如果膨胀阀结冰，膨胀阀则不能打开，失去作用。另外水和制冷剂起化学作用，会生成盐酸和硝酸等多种酸类。系统内水分愈多，形成腐蚀性酸液的浓度愈高，腐蚀性愈强，会造成零件严重腐蚀、生锈。此外，冷冻机油如果遇到水，会变质生成胶状物，导致压缩机活塞、活塞环和轴承等主

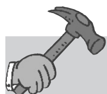
要零件损坏，破坏压缩机的正常工作。

为了避免以上情况的发生，可采取以下预防措施：

① 尽量不让空气进入制冷系统中，因为空气中含有水分。

② 冷冻机油要经常加盖。

③ 在周围环境有水分或在露天、下雨等情况下，绝对不能修理制冷装置。修理制冷装置时，如果压缩机等部件的内部暴露在大气中，必须用真空泵抽真空。



6-377 空气进入空调系统会有什么影响？ 如何防止？

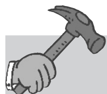
空气具有很大的弹性，如果空气存留在压缩机的管道中，压缩机就不能顺利泵动制冷剂，导致压缩机做无用功，造成压缩机过热等不良后果。同时，压缩机里的冷冻机油吸收了空气，空气中的氧和冷冻机油发生化学变化，形成胶状物质，导致冷冻机油变质，使压缩机轴承磨损，影响压缩机寿命。

冷冻机油中如果渗入了空气，当冷冻机油跟制冷剂离开压缩机到蒸发器之后，由于空气有弹性，致使冷冻机油不能跟制冷剂一起回到压缩机。这样，冷冻机油只出不进，使压缩机里出现严重缺少冷冻机油的现象，损坏压缩机。预防措施如下：

① 冷冻机油要加盖。

② 管子接头一定要锁紧，要用专门的管夹。

③ 必要时要抽真空。压缩机装好后，需用真空泵抽出里面的空气。抽完真空后，要停几分钟，查看真空吸力是否有变化。用此法检查整个系统是否漏气。如不漏气，就说明空气和水蒸气没有侵入。

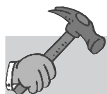


6-378 脏物进入空调系统会有什么影响？ 如何防止？

如果脏物进入了系统，容易使制冷剂和冷冻机油变质，腐蚀零件，而且容易引起堵塞。预防措施是：

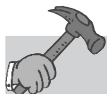
① 不让空气进入制冷装置。

② 一定要保持修理工具的清洁。



6-379 制冷装置生锈及化学变化的侵蚀对制冷系统有什么影响？

要防止制冷装置生锈及化学变化的侵蚀，这些现象会使气门、活塞、活塞环、轴承等受到腐蚀，若遇到了高温、高压，腐蚀会加剧。

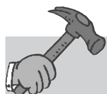


6-380 制冷系统的高温高压有什么影响？

在正常的运转情况下，压缩机的温度是不会太高的。如果冷凝器堵塞，压缩机的温度会越来越高，温度高使气体发生膨胀，产生高压，高温和高压两个因素互为因果，形成恶性循

环。此外，如果冷凝器由于某种原因通风不好，热量散不出去，也会增加压缩机的负荷，使压缩机温度升高。

高温会使制冷剂橡胶软管变脆，压缩机磨损加剧，使腐蚀机器的化学变化加速，机器容易损坏。同时，高温的气体压力变大，被高温引起变脆的软管很容易爆破。由于压缩机内部压力超过正常范围，压缩机的气门容易产生变形而影响密封。



6-381 如何正确使用非独立式空调？

对于非独立式汽车空调，其操作使用是比较方便的，但是否正确使用，对机组的性能及寿命、发动机的工作稳定及功耗都有很大影响。为此，使用空调时应注意以下几点：

① 在换季初次使用汽车空调时，最好对汽车空调系统进行杀菌除臭处理。这是因为汽车空调系统长期“休假”会滋生真菌和霉菌，它不但使空气发出难闻的霉臭味，而且对车厢内人员的健康有害。这项工作可以到修理厂进行，也可以自购杀菌除臭专用喷剂自行处理。

② 夏日应避免直接在阳光下停车暴晒，尽可能把车停在树荫下，在长时间停车后车厢内温度很高的情况下，应先开窗及通风；用风扇将车内热空气赶出车厢，再开空调，开空调后车厢门窗应关闭，以降低热负荷。

③ 不使用空调的季节，应经常开动压缩机，避免压缩机轴封处因油干而泄漏，也避免转轴因油干而咬死。一般一个月应运转一两次，每次10min左右。冬季气温过低时，可将保护开关电线短路，待保养运行完毕，再将电路恢复原样。

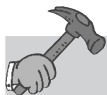
④ 长距离上坡行驶，应暂时关闭空调，以免散热器开锅。超车时，若本车空调无超速自动停转装置，则应关闭空调。

⑤ 使用汽车空调时，冷气温度不宜调得过低，一方面温度调得过低，会影响身体健康；另一方面易使蒸发器表面结霜，形成风阻，而造成压缩机液击现象。同时若风机开在低速档，则冷气温度开关不宜调得过低。一般车厢内外温差在10℃以内为宜。

⑥ 在空调运行时，若听到空调装置有异常响声，如压缩机响、风机响、管子爆裂等，应立即关闭空调，并及时请专业维修人员检修。

⑦ 定期清洗冷凝器和蒸发器，这是因为由于外界空气环境等原因，冷凝器、蒸发器表面易被灰尘等脏物附着，造成汽车空调系统的制冷效果下降。

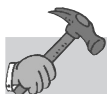
⑧ 起动发动机时，空调开关应处于关闭位置，发动机熄火后，也应关闭空调，以免蓄电池电量耗竭。



6-382 如何正确使用独立式空调？

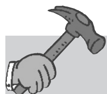
对于安装独立式空调的汽车，应严格按使用说明书的规定起动和运行空调，这是因为这类空调，通过遥控装置控制辅助发动机的起动和运行，起动方法要比非独立式空调复杂。

独立式空调一般使用时的注意事项与非独立式大体相同，但由于辅助发动机有时有单独的油箱，因而还要经常检查油箱的储油情况，并要检查发动机冷却液温度、油压情况。



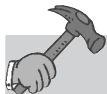
6-383 为什么要对空调系统进行维护和保养？

汽车空调系统的工作性能和使用寿命，很大程度上取决于维护保养的好与不好。**即使天气较冷不需要汽车空调，每两周也要使压缩机工作 5min，这样不仅可以防止轴封干枯，降低密封作用，也不易产生“冷焊”现象。**因为压缩机在长期不运转的情况下，压缩机的轴封、衬垫之类的零件易变干、发硬和开裂，再投入运行时会使制冷剂泄漏。同时，压缩机的主要零件，如活塞与气缸、曲轴与轴承等，都需要润滑油进行润滑。若压缩机长期不运行，这些零件摩擦表面的润滑油会变干，或者润滑油会把零件黏在一起。这会使压缩机在起动的初始阶段出现润滑不足或没有润滑现象，容易损坏压缩机零部件。



6-384 汽车空调系统保养的类型有几种？

汽车空调系统的保养分日常维护保养和定期保养。日常维护保养一般由驾驶人或一般汽车维修人员进行，在维护时会发现许多没有注意到的故障，而这些故障的早期发现和及时处理，对延长汽车空调装置的使用寿命起着重要作用。定期保养则由汽车空调保修工进行，汽车空调保修工除检查和调整驾驶人所担负的例行保养项目外，还应按汽车空调专门的维护周期及时进行作业项目。



6-385 汽车空调日常维护保养有哪些项目？

日常维护保养主要通过看、听、摸、测等方法进行检查。

① 检查和清洗汽车空调的冷凝器，要求散热片内清洁，片间无堵塞物。

② 检查制冷系统制冷剂的量。在汽车空调机组正常工作时，用眼观察储液干燥器顶部的视液镜，若视液镜内没有气泡，仅在增加或降低发动机转速时出现少量的气泡，这说明制冷剂适量；**若不论怎样调节发动机转速，始终看到有混浊状的气泡流动，则说明管路内制冷剂不足**，应予补充；若不论怎样调节发动机转速，始终看不到气泡，则说明制冷剂过量。

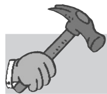
③ 检查传动带。压缩机与发动机之间的传动带应张紧。

④ 检查制冷系统软管外观是否正常，各接头处连接是否牢靠，接头处有无油污。**有油污表明系统有微漏，应进行紧固。**

⑤ 用手摸压缩机附近高、低压管有无温差，正常情况下低压管路呈低温状态，高压管路呈高温状态。

⑥ 用手摸冷凝器进口和出口处，正常情况下是前者较后者热。

⑦ 用手摸膨胀阀前后部，应有明显温差，正常情况下是前热后凉。



6-386 汽车空调定期保养有哪些项目？

为保证汽车空调无故障运行，需要定期对系统各主要零部件进行维护保养，如压缩机、

冷凝器、散热器、蒸发器、电气部件等。

① **压缩机**：在压缩机运转情况下，检查其是否有异常响声。如有，说明压缩机的轴承、阀片、活塞环或其他部件有可能损伤或冷冻机油过少；检查压缩机的高低压端有无温差。

② **冷凝器**、蒸发器：检查两者的清洁状况、通道是否畅通，以保证其能通过最大的通气量。

③ **膨胀阀**：检查其有无堵塞，感温包与蒸发器出口管路是否贴紧；膨胀阀能否根据温度的变化自动调节制冷剂的供给量。

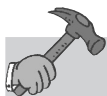
④ **高、低压管**：检查软管有无裂纹、鼓包、老化或破损现象，硬管是否有裂纹或渗漏现象；是否会碰到硬物或运动件，管道螺栓是否紧固。

⑤ **储液干燥器**：检查易熔塞是否熔化，各接头处是否有油迹；正常工作时其表面应无露珠或挂霜现象；每年四五月份维护期中视需要更换干燥剂或干燥过滤器总成。

⑥ **电气系统**：检查电磁离合器有无打滑现象，低温保护开关在规定的气温下如能正常起动压缩机则说明其有故障；检查电线连接是否可靠。

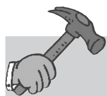
⑦ **高、低压开关**：检查高、低压开关，高压开关在压力大于2.2MPa时，应能自动接通声光报警电路并使电磁离合器断电，当压力小于2MPa时应能自动复位；低压开关在压力小于0.2MPa时，应能自动接通声光报警电路并使电磁离合器断电，当压力大于0.2MPa时应能自动复位。

⑧ **冷凝器和蒸发器风机**：检查冷凝器和蒸发器风机工作时有无异响，叶片有无破损，螺栓、连接是否牢固，电动机轴承有无缺油现象。



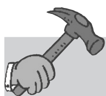
6-387 汽车空调常见的故障现象及故障部位是怎样的？

汽车空调系统的工作环境和条件较为恶劣，零部件多，管路接头多，因而容易出现故障。其故障现象主要表现为不制冷、断续制冷或制冷不足以及产生异常声响。如果不及时排除出现的故障，不但达不到舒适性的要求，而且可能造成系统部件的损坏，甚至影响发动机的运行状况。**汽车空调系统出现故障的部位及原因主要集中在电气线路故障、制冷系统和取暖系统功能部件的机械故障、制冷剂及冷冻机油引起的故障、泄漏引起的故障等**。汽车空调的冷气系统是一个全密闭的循环系统，不能对其部件随意拆卸，这样，对故障部位的确定带来一定的困难。因此，对于汽车空调系统的故障诊断尤为重要。



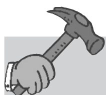
6-388 汽车空调系统诊断的常见方法有哪些？

在进行空调维修时，为了准确判断出故障部位、高质量地排除故障，必须按照一定的步骤进行故障诊断排除，实践证明，**“先分析，后进行；先简单，后复杂；先外部，后内部；先电器，后机械”的步骤是比较科学的**。系统诊断可分为3个阶段进行，即确定故障部位、检查故障原因、处理排除故障。**具体操作时，可分为直观诊断法、仪器诊断法、故障表诊断法和诊断流程图诊断法等。**



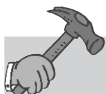
6-389　什么是汽车空调的直观诊断法？

直观诊断法也称人工诊断法或经验诊断法，就是在对空调故障进行诊断的过程中，通过人的感觉器官对汽车空调故障现象经过问（向驾驶人询问故障情况）、看（察看系统各设备的表面现象）、听（听机器运转声音）、摸（用手触摸设备各部位的温度）等过程，了解和掌握故障现象特点，对故障现象进行深入分析与准确判断，找出故障部位的诊断方法。



6-390　汽车空调维修中，如何有针对性的询问？

接车后，维修人员要向驾驶人详细了解汽车空调的故障现象，因为驾驶人对自己车的空调功能最敏感，感受最深。当然，他们不清楚汽车空调的工作原理，说的只是一些现象，诸如“不如以前凉了”、“压缩机噪声大”等。除此之外，**还要仔细询问待修空调的“病史”**，如上次充氟在什么时候，上次充氟后的使用情况，以及冷度是逐步不足还是突然不冷的，是否在别的修理店修理过。维修人员要善于询问和倾听，这可缩小故障判断范围、清楚故障性质。如驾驶人说空调今年不太凉了，就要询问去年空调使用如何，前年又如何？如果前年空调使用挺好，去年也可以，今年空调制冷差了，就可基本判断是自然泄漏问题，那么测测漏、补充一些制冷剂就可以了。如果听说是去年春天充的制冷剂，当时冷度挺好，立秋前后就差了，当时也没再充氟，那就要考虑是否需要排除泄漏部位。如听说出风口时冷时“热”（自然风），就要询问驾驶人压缩机是否断续工作（驾驶人应当有感觉），如频繁开停就要考虑系统是否有堵的地方、冷凝器是否过脏、保护开关是否频繁开启或控制电路有故障等。如听说空调根本不冷，且压缩机亦不工作，可用鱼嘴钳扭开系统注入阀的防尘塞，用手指或其他适合的工具轻轻按一下注入阀气门芯（注意不要喷在身上、脸上），如无气体喷出或很微弱，说明系统已无制冷剂，压缩机不可能工作；如制冷剂气体相当足，则可能是电路系统出故障。

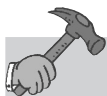


6-391　汽车空调维修中，如何观察系统有哪些方面异常？

首先，察看冷凝器是否被杂物封住，散热翅片是否倾倒变形。若有此现象将影响流过冷凝器的冷却空气流量，导致冷凝器冷凝效果变差，使流经膨胀阀的制冷剂温度偏高，从而影响系统的制冷效果。这时应将冷凝器清扫干净，将变形的散热翅片修正。

其次，察看系统中各部件与管路连接是否可靠密封，是否有微量的泄漏。若有泄漏，在制冷剂泄漏的过程中常夹有冷冻机油一起泄出，故在泄漏处有潮湿痕迹，并依稀可见黏附上的一些灰尘。此时应将该处的连接螺母拧紧，或重做管路喇叭口并加装密封橡胶圈，以杜绝慢性泄漏，防止系统内制冷剂的减少。

再次，察看视液镜迹象，如图 6-1 所示。在观察视液镜前要先起动发动机，打开空调系统，将发动机转速稳定在 1500～2000r/min，把空调功能键置于最大制冷状态，鼓风机（包括冷凝器风机）置于最高转速，开动空调系统 5min 后通过视液镜进行观察。



6-392 通过视液镜观察，如何确定空调系统的故障部位？

从视液镜中看到的工质情况如图6-1所示。

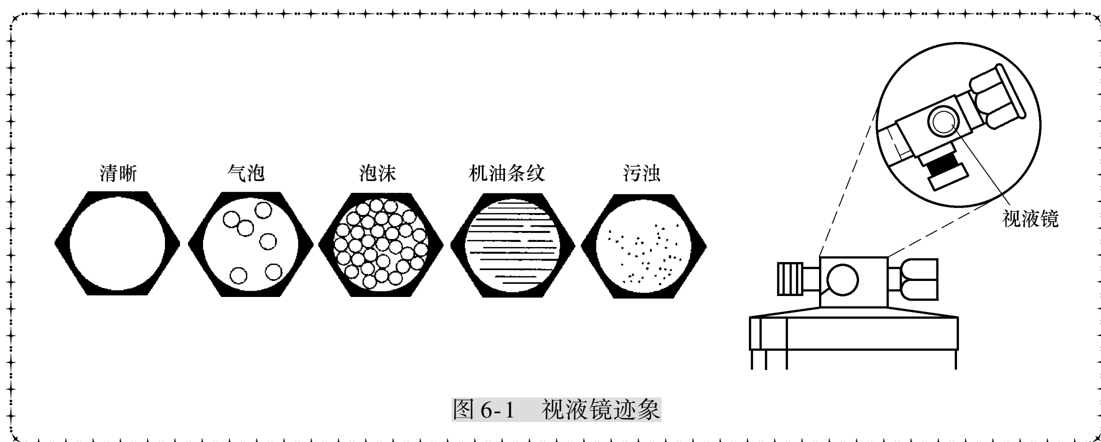


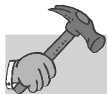
图6-1 视液镜迹象

① **清晰、无气泡**，说明制冷剂适量、过多或完全漏光，可用交替开关空调的办法检查。若开、关空调的瞬间制冷剂起泡沫，接着就变澄清，说明制冷剂适量；如果开、关空调从视液镜内看不到动静，而且出风口不冷，压缩机进出口之间没有温差，说明制冷剂漏光；若出风口不够冷，而且关闭压缩机后无气泡、无流动，说明制冷剂过多。

② **偶尔出现气泡，并且时而伴有膨胀阀结霜**，说明系统中有水分；若无膨胀阀结霜现象，可能是制冷剂略缺少或有空气进入。

③ **有气泡且泡沫不断流过**，说明制冷剂不足。如果泡沫很多，也可能是因为有空气存在。若判断为制冷剂不足，则要查明原因，不要随便补充制冷剂。由于胶管一年可能有100～200g的制冷剂自然泄漏，若是使用两年后方发现制冷剂不足可以判断为胶管自然泄漏。

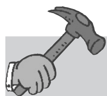
④ **有长串油纹，视液镜上有条纹状的油渍**，说明冷冻机油量过多。此时应想办法从系统内释放一些冷冻机油，再加入适量的制冷剂。若视液镜上留下的油渍是黑色的或有其他杂物，则说明系统内的冷冻机油变质、污浊，此时必须清洗制冷系统。



6-393 汽车空调维修中，如何通过听觉来确定故障大致部位？

用耳朵听运转中的汽车空调系统有无异常声音。**首先听压缩机电磁离合器有无发出刺耳的噪声**。若有噪声，则多为电磁离合器磁力线圈老化，通电后所产生的电磁力不足，或离合器片磨损引起其间隙过大，造成离合器打滑而发出。这时应重绕离合器磁力线圈或抽掉一两片离合器调整垫片，减小离合器间隙，防止其打滑，从而消除噪声。**其次听压缩机在运转中是否有液击声**。若有此声，则多为系统内制冷剂过多或膨胀阀开度过大，导致制冷剂在未被完全汽化的情况下吸入压缩机。此现象对压缩机的危害很大，有可能会损坏压缩机内部零

件，应缓慢释放制冷剂至适量或调整膨胀阀开度，及时排除故障。



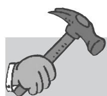
6-394 汽车空调维修中，如何通过触摸来确定故障大致部位？

用手触摸空调系统管路及各部件，检查表面温度。**正常情况下，低压管路是低温状态，高压管路是高温状态。**

① 高压区：从压缩机出口→冷凝器→储液干燥器→膨胀阀进口处，这一部分是制冷系统的高压区。这部分部件应该是先烫后热，温度很高，手摸时应特别小心，避免被烫伤。如果在其中某一部分（例如在冷凝器表面）发现有特殊热的部位，则说明此部分有问题，散热不好。如果某一部位（如膨胀阀入口处）特别凉或者结霜，也说明此部分有问题，可能是堵塞。储液干燥器进出口之间若有明显温差，则说明此处有堵塞，或者制冷剂量不正常。

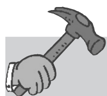
② 低压区：从膨胀阀出口→蒸发器→压缩机进口处，这部分低压区部件表面应该是冰凉的，但膨胀阀处不应发生霜冻现象。

③ 压缩机高低压侧：高低压侧之间应该有明显温差，若没有则说明几乎没有制冷剂，系统有明显泄漏。



6-395 用汽车空调维修仪器诊断有什么优势？

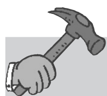
通过直观诊断，只能发现不正常的现象，对于一些较为复杂的故障，还要借助于有关仪器来进行测试，在掌握第一手资料的基础上，对各种现象作认真分析，才能找出故障所在，然后予以排除。



6-396 短路法和万用表结合如何实施空调故障检查？

短路法和万用表结合可以快速检查出空调电路故障，判断出电路是断路还是短路。空调系统的使用过程中，若电气系统存在故障，一般应首先对控制电路的工作状况进行检查。如经检查排除电路故障的可能性后，才可对用电装置和控制元件进行拆修或检查。

判断空调系统控制电路的工作情况时，一般可以采用短路试验法，用导线将某段控制电路或电路中个别元器件短接，让电流从导线上经过。如果用电装置工作恢复正常，则说明被短接的这段电路或元器件有故障。例如：空调开关打开后，制冷压缩机的电磁离合器不能吸合。为判断故障，可以用一根导线直接通过电源为电磁离合器供电，如这时电磁离合器吸合，说明其控制电路存在断路故障；如离合器仍不工作，则说明电磁离合器内部存在故障，再用万用表检修，测量电磁线圈的电阻，其值应在正常范围。在确认控制电路存在故障后也可用导线将电路中怀疑有故障的元器件短接，然后观察电磁离合器能否吸合，以判断其是否有故障。如将控制电路中的低压开关短路，如果电磁离合器吸合，则说明低压开关内部损坏或系统缺少制冷剂。但利用短路试验法检查空调系统的控制电路时应注意，**如果是电路的熔断器烧坏，不能用导线短接。**为防止损坏用电装置或电气元件，一定要在查清熔断器的熔断原因并加以排除后，再用规格相同的熔断器进行更换。



6-397 如何在歧管压力计上连接制冷系统？

歧管压力计也称压力表组，与制冷系统相接可进行抽真空、加注制冷剂及检查和判断制冷系统的工作状态和故障情况等。

歧管压力计由高压表、低压表、低压手动阀、阀体以及高压接头、低压接头、制冷剂抽真空接头等组成，如图6-2所示。工作时高、低压接头分别通过软管与压缩机高、低压阀相接，中间接头与真空泵或制冷剂钢瓶相接。只能用手拧紧软管与歧管压力计的接头，不可用扳手，否则会拧坏接头螺纹。所用压力表为弹簧管式压力表。低压表既用于显示压力，也用于显示真空度，所以也称为连程表。

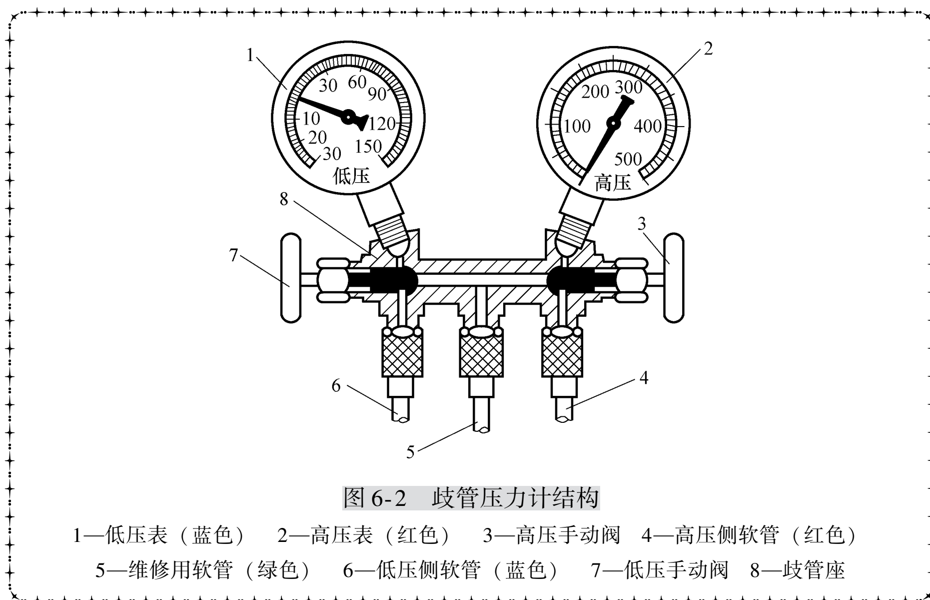
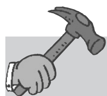


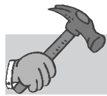
图6-2　歧管压力计结构

1—低压表（蓝色）　2—高压表（红色）　3—高压手动阀　4—高压侧软管（红色）　5—维修用软管（绿色）　6—低压侧软管（蓝色）　7—低压手动阀　8—歧管座



6-398 歧管压力计如何显示压力及真空度？

当具有一定压力的被测工质从接头进入弹簧管时，由于弹簧管内外压力差的作用，使弹簧管膨胀变形，通过拉杆使扇形齿轮转一角度，从而带动小齿轮和指针也转过一个角度，指针所指的读数便是所测的压力。如果被测工质压力低于大气压力，则弹簧管收缩变形，压力计所示读数便是真空度。



6-399 歧管压力计具有哪些功能？

歧管压力计具有如下四种功能：

① 检测制冷系统的高压端压力，如图6-3a所示。若高压手动阀和低压手动阀同时关闭，则可对高压侧和低压侧进行压力检查。



② **对制冷系统抽真空**，如图 6-3b 所示。当高压手动阀和低压手动阀同时全开时，全部管路接通，在中间接头接上真空泵，便可以对系统进行抽真空。

③ **加注气态制冷剂和冷冻机油**，如图 6-3c 所示。当高压手动阀关闭，低压手动阀打开时，中间接头接到制冷剂钢瓶上或冷冻机油瓶上时，则可向系统低压侧充注气态制冷剂或冷冻机油。

④ **高压侧充注液态制冷剂，也可排出制冷剂**，使系统排空，如图 6-3d 所示。当低压手动阀关闭，高压手动阀打开时，则可使系统向外排出制冷剂，也可使高压端充注液态制冷剂。

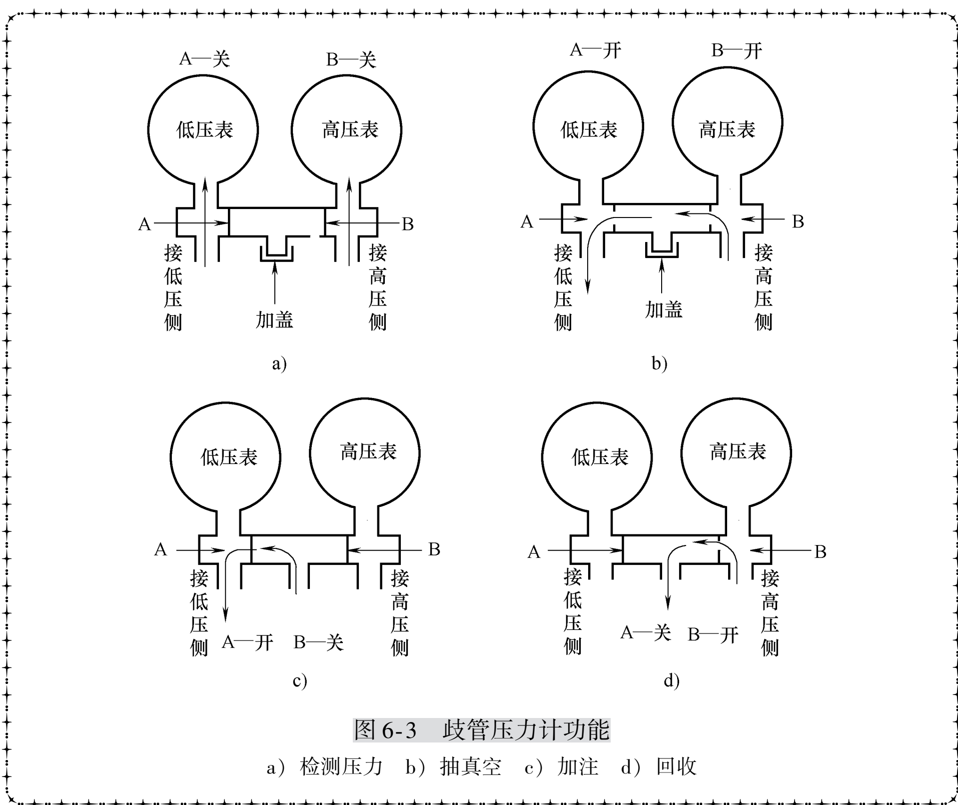
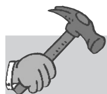


图 6-3　歧管压力计功能

a）检测压力　b）抽真空　c）加注　d）回收



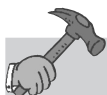
6-400　歧管压力计组使用注意事项有哪些？

① 压力接头与软管连接时，只能用手拧紧，不可使用工具。

② 使用时要排尽管内空气。

③ 不使用时，应用堵头将各接口密封，防止管内进入水分或杂物。

④ 该表属精密仪表，平时应注意保持清洁，使用时应注意轻拿轻放。



6-401　用歧管压力计检查制冷系统的正常范围是怎样的？

制冷系统工作时，内部压力变化有一定的规律可循，所以可以使用歧管压力计测量高低

压管路的压力状况，根据压力的变化情况，诊断系统可能出现故障的原因及部位。

在空气温度为30～35℃、发动机转速为1500～2000r/min时检查。将风机风速调至高档，温度调至最冷档，从歧管压力计上读取压力值。其正常状况：**R134a空调系统歧管压力计读数，低压侧为0.15～0.25MPa，高压侧为1.37～1.81MPa（图6-4）；R12空调系统歧管压力计读数，低压侧为0.147～0.196MPa，高压侧读数为1.442～1.471MPa。**若不在此范围，则说明系统有故障。

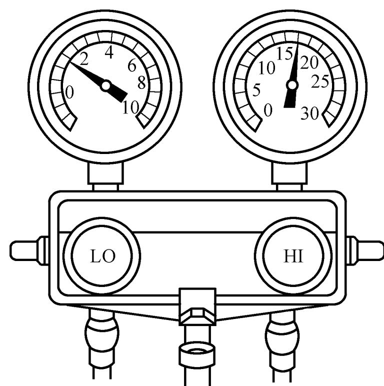
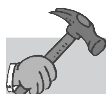


图6-4　正常时高低压力表的显示



6-402　如何诊断高压表和低压表压力均较低的故障？

如高压表和低压表显示值均比正常值低，如图6-5所示。从视液镜内看到有气泡，冷气不凉，高压管温热，低压管微冷，温差不大。

故障原因：制冷剂不足或有泄漏。

排除方法：①用检漏仪寻找泄漏处，并予以修复；②加注制冷剂。

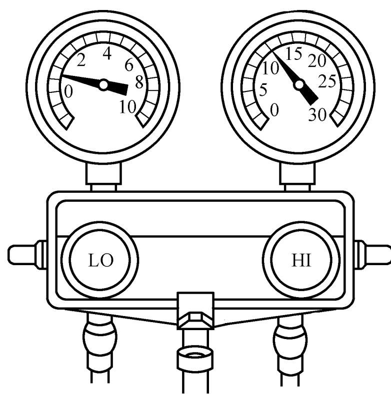
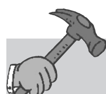


图6-5　高压表和低压表压力均较低



6-403　如何诊断高压表和低压表压力均较高的故障？

高压表和低压表显示值比正常值高很多，如图6-6所示。另外，从视液镜偶尔可看见气泡，冷气不凉。

故障原因：制冷剂过多；制冷剂系统中有空气；冷凝器冷却不足。



排除方法：①更换储液干燥器；②充分抽真空，重新充注制冷剂；③清洗或更换冷凝器，检查风扇电动机及其电路。

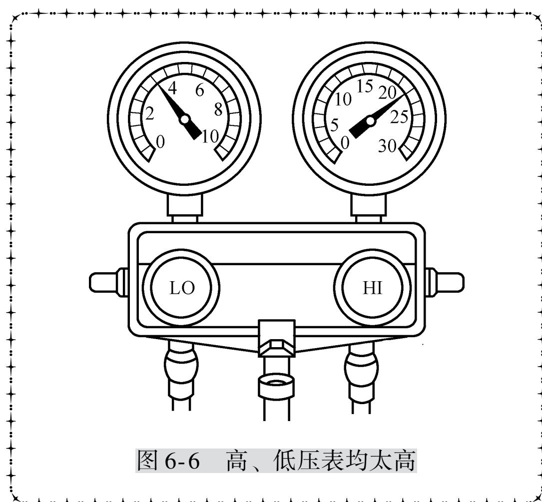
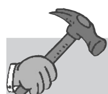


图 6-6　高、低压表均太高



6-404　如何诊断低压表压力有时为负压（真空）的故障？

低压表压力显示值有时为负压（真空），有时正常，如图 6-7 所示。另外系统间歇制冷或不制冷。

故障原因：制冷系统存在水分。

排除方法：①更换储液干燥器；②反复抽负压（真空）；③充注制冷剂至适量。

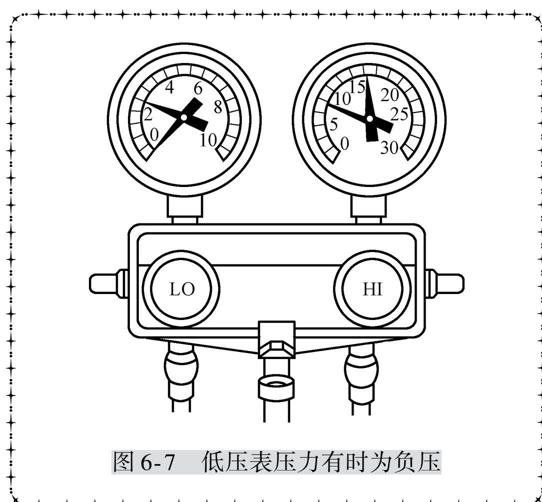
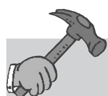


图 6-7　低压表压力有时为负压



6-405 如何诊断低压表压力为负压（真空），高压表压力很低的故障？

低压表压力显示值为负压（真空），高压表压力显示值很低，如图 6-8 所示。另外，在储液干燥器或膨胀阀前后管路上结霜或有露水，系统不制冷或间歇制冷。

故障原因：制冷剂不循环。

排除方法：①按制冷系统中存在水分处理；②更换膨胀阀；③更换储液干燥器；④检查制冷剂是否被污染。

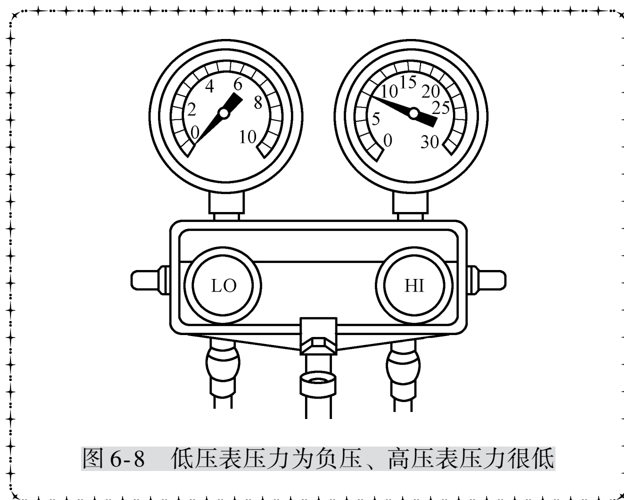
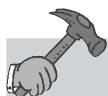


图 6-8　低压表压力为负压、高压表压力很低



6-406 如何诊断低压表压力太高、高压表压力太低的故障？

系统不制冷，低压表压力显示值很高，高压表压力显示值很低，如图 6-9 所示。

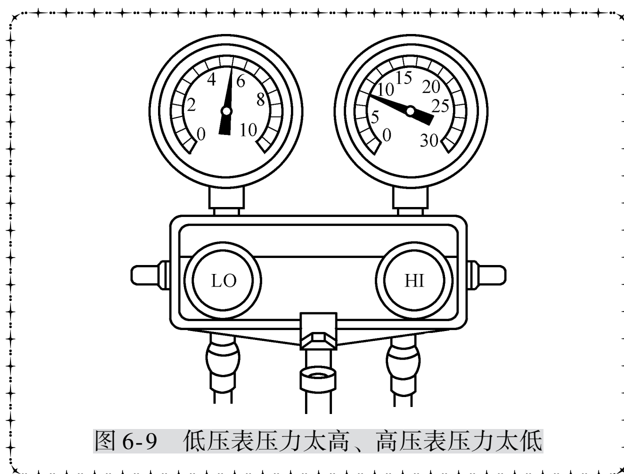
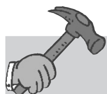


图 6-9　低压表压力太高、高压表压力太低



故障原因：压缩机内部故障。

排除方法：更换损坏的零件或总成。



6-407 如何诊断低压表压力太低、高压表压力太高的故障？

低压表压力显示值很低，高压表压力显示值很高，如图 6-10 所示。另外，冷凝器上部和高压管路温度高，而储液干燥器并不热。

故障原因：高压管路堵塞或被压扁。

排除方法：①清洗或更换零件；②检查冷冻机油是否被污染。

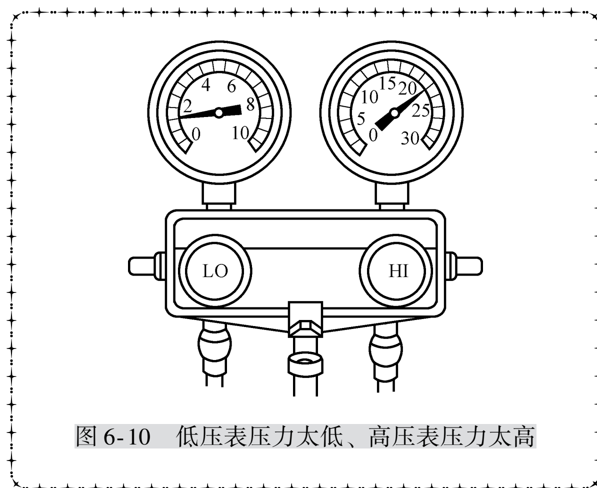
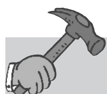
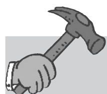


图 6-10　低压表压力太低、高压表压力太高



6-408 汽车空调维修常用的维修工具有哪些？

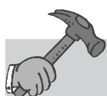
“工欲善其事，必先利其器”。为了迅速、准确地鉴定出汽车空调系统出现的故障及其部位，及时采取措施进行排除，需要有专门的仪器及设备。另外，要提高维修质量，还需要借助一些专用维修工具来进行修理。汽车空调在具体修理过程中，离不开检漏、抽真空、充注制冷剂、加注冷冻机油以及排出空气等基本操作。**汽车空调维修及安装常用的检测工具有歧管压力计、检漏设备、制冷剂注入阀、真空泵以及其他专用维修工具。**



6-409 汽车空调维修常用的通用工具及常用设备有哪些？

（1）通用工具　通用工具即普通的汽修工具，主要有各种扳手，有活扳手、管子扳手、梅花扳手、呆扳手；各种螺钉旋具；各种锉刀，有圆锉、方锉、扁锉、整形锉；各种钳子，有电工钳、钢丝钳、鲤鱼钳、尖嘴钳等；手锤、钢锯、錾子、各种钻头及尖冲等。

（2）常用设备　常用的主要有磅秤、万用表、电烙铁、喷灯、电焊设备及手电钻等。



6-410 汽车空调维修专用成套维修工具有哪些？

成套维修工具是把汽车制冷系统维修时需要的专用工具组装在一个工具箱内。如图6-11所示，**汽车空调专用成套维修工具由歧管压力计、漏气检测仪、制冷剂管固定架、制冷剂管割刀、备用储气瓶、扩口工具、检修阀扳手、注入软管衬垫、检修阀衬垫等构成。**这些专用工具组装在工具箱内，便于携带和保管，特别适用于空调系统的快修工作。

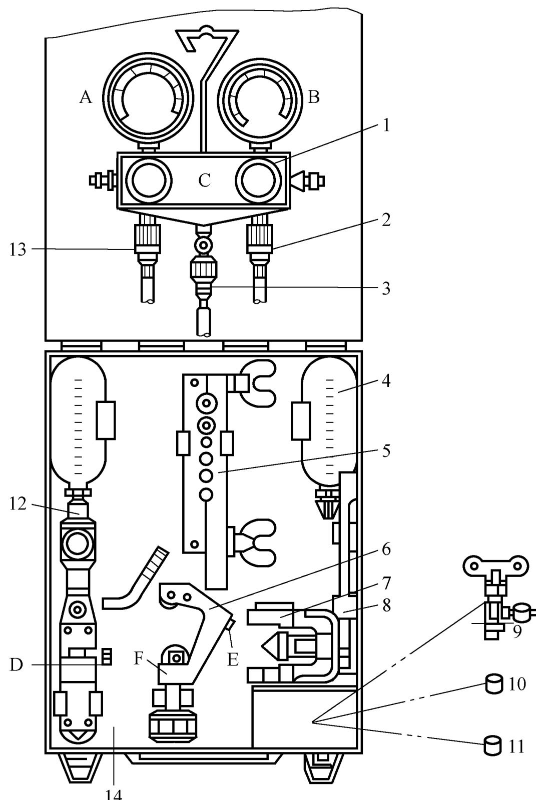
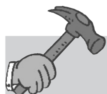


图6-11　汽车空调专用成套维修工具

1—歧管压力计　2—红色注入软管　3—绿色注入软管　4—备用储气瓶　5—制冷剂管固定架　6—制冷剂管割刀　7—扩口工具　8—检修阀扳手　9—制冷剂罐注入阀　10—注入软管衬垫　11—检修阀衬垫　12—漏气检测仪　13—蓝色注入软管　14—工具箱　A—低压表　B—高压表　C—压力表座　D—反应板　E—铰刀　F—刀片



6-411 如何正确使用汽车空调专用工具割管器？

割管器用于切割制冷剂管（钢管），如图6-12所示。纯铜管一般用割管器切断，用割管器切出的管口整齐光滑，易于涨管。

割管器可用于切割直径为 3 ~ 25mm 的纯铜管。切割时将要切断的纯铜管夹在刀片与滚轮间，刀口与纯铜管垂直，然后顺时针缓慢旋紧螺钉把手，以使切割转动 1/4 圈，然后再缓慢将割管器绕纯铜管旋转一周，再旋紧割管器螺钉把手 1/4 圈，并使割管器绕纯铜管一周，直至纯铜管被切断为止。**切割纯铜管时，要将刀口垂直压向纯铜管，不要歪扭或侧向扭动。**否则，很容易将刀口边缘崩裂。

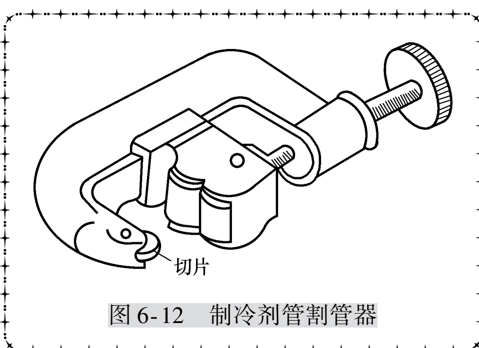
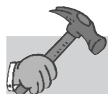
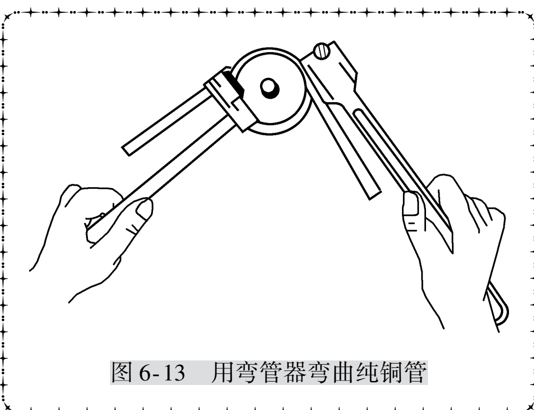


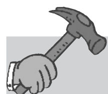
图 6-12　制冷剂管割管器

 6-412 如何正确使用汽车空调专用工具弯管器？

纯铜管弯曲时，可先在弯曲处退火。弯曲前用气焊火焰加热纯铜管，加热部分的长度由弯曲角度和纯铜管的直径决定。当弯曲角度为 90°时，加热部分的长度是纯铜管管径的六倍；弯曲角度为 60°时，加热部分的长度是纯铜管管径的四倍；弯曲角度为 45°时，加热部分的长度是纯铜管管径的三倍；弯曲角度为 30°时，加热部分的长度是纯铜管管径的两倍。

加热纯铜管时应不断转动管子，使纯铜管管壁受热均匀。加热时间不要太长，一般加热到纯铜管管壁变为黄红色即可。纯铜管弯曲需用弯管器，如图 6-13 所示。操作时将纯铜管放入轮子的槽内，用夹具夹紧，将柄杆按顺时针方向移动，弯曲直到所需要的角度为止，然后退出弯管。对应于不同的弯管角度可调整轮上的不同角度。**弯管时，速度要慢，逐步弯制，弯曲半径不能太小，过小会使纯铜管凹扁，纯铜管的弯曲半径应以纯铜管直径的五倍为宜。**


图 6-13　用弯管器弯曲纯铜管

 6-413 如何正确使用汽车空调专用工具涨管器？

纯铜管采用螺纹接头时，为确保连接处的密封性，纯铜管管口需扩大并呈喇叭口形状。图 6-14 所示为纯铜管涨管器。操作时，将已退火且已割平的纯铜管去除飞边后放入与纯铜管管径相同的孔中，纯铜管管口朝向喇叭面（纯铜管需露出喇叭口深度的 1/3），旋紧夹具，在顶尖上涂少许冷冻机油，然后用手柄旋紧，先使顶尖下旋 3/4 圈，再退出 1/4 圈，如此反复进行，直到扩成 60°喇叭口为止。**其接触面不应有裂纹和麻点，以防密封不严，不合格的喇叭口可能有偏斜不正、损伤或裂纹、起皱的现象。**

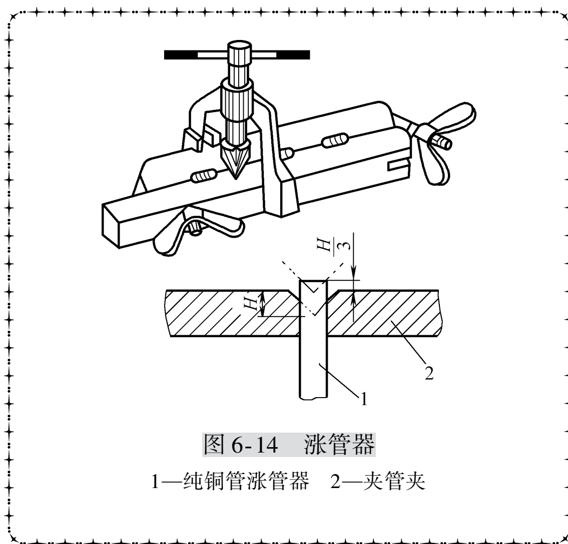
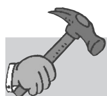
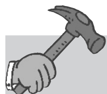


图 6-14　涨管器
1—纯铜管涨管器　2—夹管夹



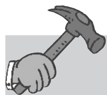
6-414 汽车空调检漏设备的作用是什么？

检漏设备用于检查空调系统内的制冷剂是否泄漏。制冷剂是一种十分容易蒸发的物质，在常态下，其沸点为 −29.8℃。因此，要求整个制冷系统密封良好，否则制冷剂就会泄漏，影响制冷效率。所以，需要经常检查制冷系统有无泄漏。当拆装或检修汽车空调制冷系统管道、更换零部件之后，都需在检修及拆装部位进行泄漏检查。



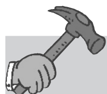
6-415 什么是汽车空调系统冷泄漏和热泄漏？

汽车空调系统泄漏通常有两种情况：冷泄漏和热泄漏。冷泄漏是指当系统未处于工作温度和压力下，如汽车在夜间停放时所产生的泄漏；热泄漏则指系统处于高压周期时，如汽车在交通阻塞或缓慢移动时所产生的泄漏。



6-416 汽车空调系统常用检漏设备有哪些？

检漏设备包括卤素检漏灯、染料检漏器、荧光检漏仪、电子检漏仪、氦质谱检漏仪、超声波检漏仪等。其中卤素检漏灯只能用于 R12、R22 等卤素制冷剂的检漏，对 R134a 等不含氯离子的新型制冷剂无效果。电子检漏仪对常用制冷剂也存在适用性的问题，使用时要注意。



6-417 氟利昂电子检漏仪的结构及检测原理是怎样的？

检修或拆装汽车空调制冷系统管道、更换零部件之后，需在检修及拆装部位进行制冷剂的泄漏检查，目前主要使用卤素检漏灯和电子检漏仪，其中电子检漏仪最为常用。



图 6-15 所示为电子检漏仪工作原理，它由一对电极组成，阳极由白金做成，白金被加热器 3 加热，并带正电，在它附近放一阴极 6，带负电。若放在空气中，就会有阳离子射到阴极并产生电流。**如果有氟利昂气体流过，回路中的电流就明显增大，根据此信号即可检测出制冷系统的泄漏情况。**

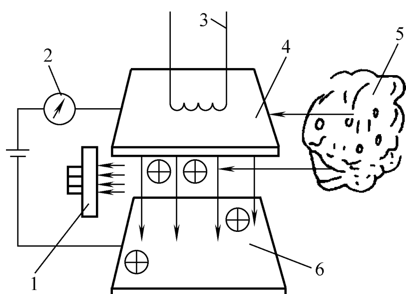
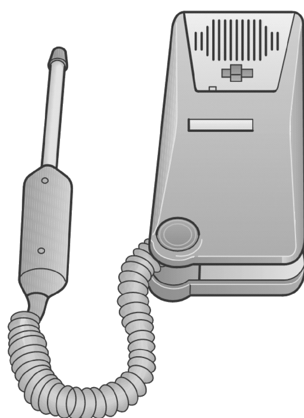


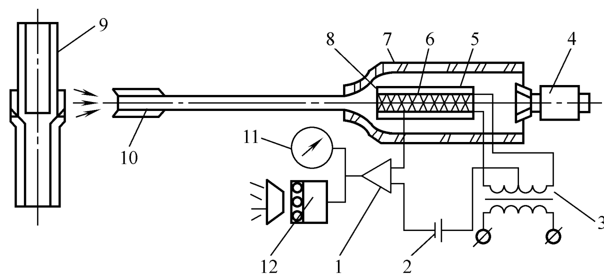
图 6-15　氟利昂电子检漏仪工作原理

1—吸气微型风扇　2—电流计
3—加热器　4—阳极
5—气态制冷剂　6—阴极

图 6-16 所示为电子检漏仪外形及结构。在圆筒状白金阳极设有加热器，并可加热到 800℃左右，在阳极外侧装有阴极，在阳极和阴极之间加有 12V 直流电压。为使气体在电极间流动，设有吸气孔和小风扇。当有卤素元素的阳离子出现时，就会产生几个微安的电流，由直流放大器放大，使电流计指针摆动或使音频振荡器发出不同的声响，以示系统制冷剂泄漏程度的大小。



a)

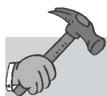


b)

图 6-16　氟利昂电子检漏仪

a）外形　b）结构

1—放大器　2—阳极电源　3—变压器　4—风扇　5—阳极　6—阴极　7—外壳　8—加热器
9—管道　10—吸嘴　11—电流计　12—音频振荡器



6-418 卤素检漏灯的结构及检测原理是怎样的？

卤素检漏灯是一种丙烷（或酒精）燃烧喷灯，它利用制冷剂气体进入安装在喷灯的吸气管内，会使喷灯的火焰颜色改变这一特性来判断系统的泄漏部位和泄漏程度，其结构如图6-17所示。当喷灯的吸气管从系统泄漏处吸入制冷剂时，火焰颜色会发生变化：泄漏量少时，火焰呈浅绿色；泄漏较多时，火焰呈浅蓝色；泄漏很多时，火焰呈紫色。

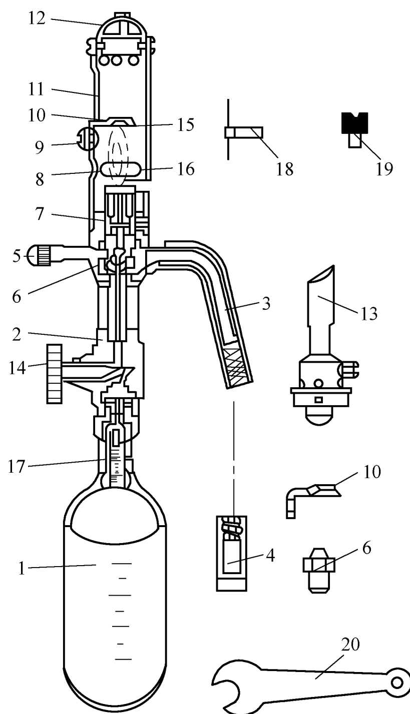
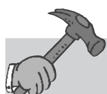


图6-17　卤素检漏灯结构

1—检漏灯储气瓶　2—检漏灯主体　3—吸气管　4—滤清器　5—燃烧筒支架　6—喷嘴　7—火焰分离器　8—点火孔　9—反应板螺钉　10—反应板　11—燃烧筒　12—燃烧筒盖　13—栓盖　14—调节把手　15—火焰长度（上限）　16—火焰长度（下限）　17—喷嘴　18—喷嘴清洁器　19—调节扳手　20—扳手



6-419 如何操作卤素检漏灯？

① 向检漏本体和检漏灯上加液态丙烷或无水酒精。

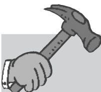
② 将点燃的火柴插入检漏灯点火孔内，再按逆时针方向慢慢旋转调节把手，让丙烷气体溢出，遇火就能点燃。

③ 将燃烧的火焰调节到尽量小，火焰越小，对制冷剂泄漏反应越灵敏。



④ 把吸气管末端靠近各个有可能泄漏的部位。

⑤ 细心观察火焰的颜色，判断出制冷系统泄漏的部位和泄漏程度。



6-420 卤素检漏灯检漏时，如何判断制冷系统的泄漏状况？

若没有泄漏发生，空气中不存在制冷剂蒸气时，火焰为无色。当出现极轻微的泄漏时，吸气管将泄漏的制冷剂蒸气吸入到丙烷灯燃烧室内，并在 600 ~ 700℃ 的燃烧区发生制冷剂分解，产生的气体在接触到烧红的铜时，会把火焰变成绿色并增加火焰高度。因此，**可根据卤素检漏灯火焰颜色来判断制冷剂泄漏量**，见表 6-2。

表 6-2　卤素检漏灯故障诊断表

燃烧物质	火焰颜色	故障诊断
酒精	变成浅绿色 变成深绿色	有少量泄漏 有大量泄漏
丙烷	变成浅蓝色 变成蓝色 变成紫色	有较少泄漏 有较多泄漏 有大量泄漏



6-421 真空泵在安装、检修空调制冷系统时具有什么作用？

安装、检修空调制冷系统时，会有一定量的空气进入制冷系统，空气中含有一定量的水蒸气，这会使制冷系统的膨胀阀冰堵、冷凝压力升高、系统零部件发生腐蚀。因此，对制冷系统检查后，在未加入制冷剂之前，应对制冷系统抽真空。而抽真空的彻底与否，将会影响系统正常运转效果。

真空泵用于制冷系统抽真空，排除系统内的空气、水分。真空泵的外形如图 6-18 所示。抽真空并不能将水抽出系统，而是产生真空后降低了水的沸点，水在较低温度下沸腾，以蒸汽的形式从系统中抽出。

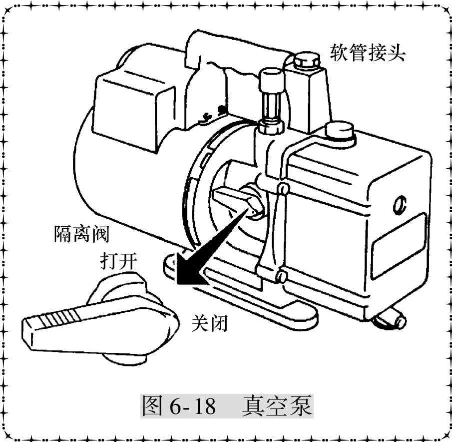


图 6-18　真空泵



6-422 制冷剂罐注入阀的作用是怎样的？

为便于维修汽车空调和随车携带方便，制冷剂生产厂制造了一种小罐制冷剂（一般为 400g 左右），但要将它注入汽车空调制冷系统中需要有注入阀才能配套开罐。当向制冷系统加注制冷剂时，可将注入阀装在制冷剂罐上，旋转制冷剂罐注入阀手柄，阀针刺穿制冷剂

罐，即可加注制冷剂。图6-19所示为制冷剂罐注入阀。制冷剂罐内装有制冷剂，接头用软管与歧管压力计的中间接头相连。

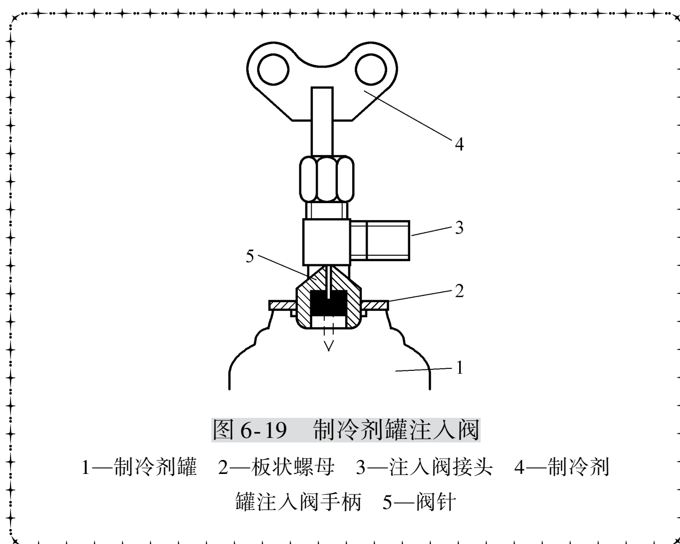
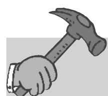


图6-19　制冷剂罐注入阀

1—制冷剂罐　2—板状螺母　3—注入阀接头　4—制冷剂罐注入阀手柄　5—阀针



6-423　制冷剂罐注入阀的操作步骤是怎样的？

① 按逆时针方向旋转注入阀手柄，直到阀针退回为止。

② 将注入阀装到制冷剂罐上，逆时针方向旋转板状螺母直到最高位置，然后将制冷剂注入阀顺时针拧动，直到注入阀嵌入制冷剂密封塞。

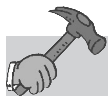
③ 将板状螺母按顺时针方向旋转到底，再将歧管压力计上的中间软管固定到注入阀的接头上。

④ 拧紧板状螺母。

⑤ 按顺时针方向旋转手柄，使阀针刺穿密封塞。

⑥ 若要加注制冷剂，则逆时针方向旋转手柄，使阀针抬起，同时打开歧管压力计上的手动阀。

⑦ 若要停止加注制冷剂，则顺时针方向旋转手柄，使阀针再次进入密封塞，起到密封作用，同时关闭歧管压力计上的手动阀。



6-424　检修阀的结构和作用是怎样的？

检修阀是一个三通阀，用于对汽车空调系统抽真空、检测系统压力以及加注制冷剂。其结构如图6-20所示，阀上有四个通道接口，通道4接压力表，通道5接旁路电磁阀，通道6接制冷系统管道，通道7接压缩机。



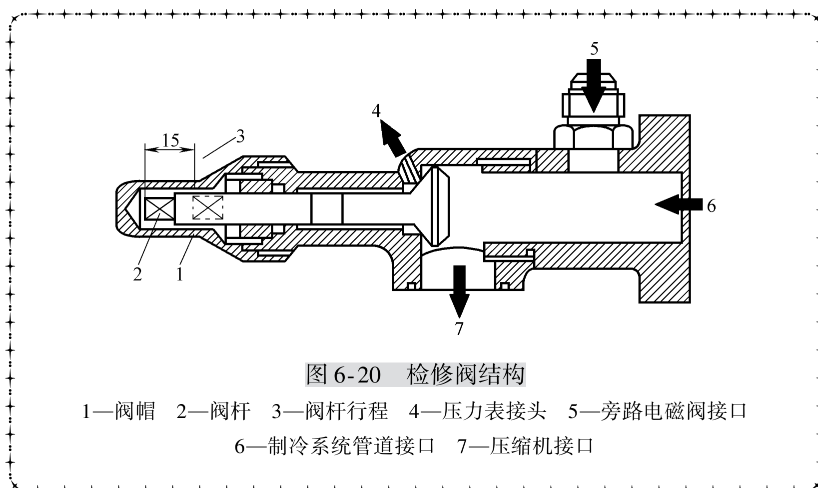
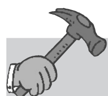


图 6-20　检修阀结构

1—阀帽　2—阀杆　3—阀杆行程　4—压力表接头　5—旁路电磁阀接口　6—制冷系统管道接口　7—压缩机接口



6-425　检修阀的三个位置各有什么作用？

高、低压检修阀均有三个位置，即后座、中座和前座。图 6-21 所示为检修阀的工作位置，其阀杆可利用棘轮扳手转动，使该阀处于下列三种位置中的任何一种位置。

① 后座位置又叫正常位置，如图 6-21a 所示。逆时针方向旋转阀杆至极限位置，检修阀为后座，此时制冷剂可进、出压缩机，但到不了压力表。制冷系统正常工作时，压缩机上的两个检修阀处于此位置。

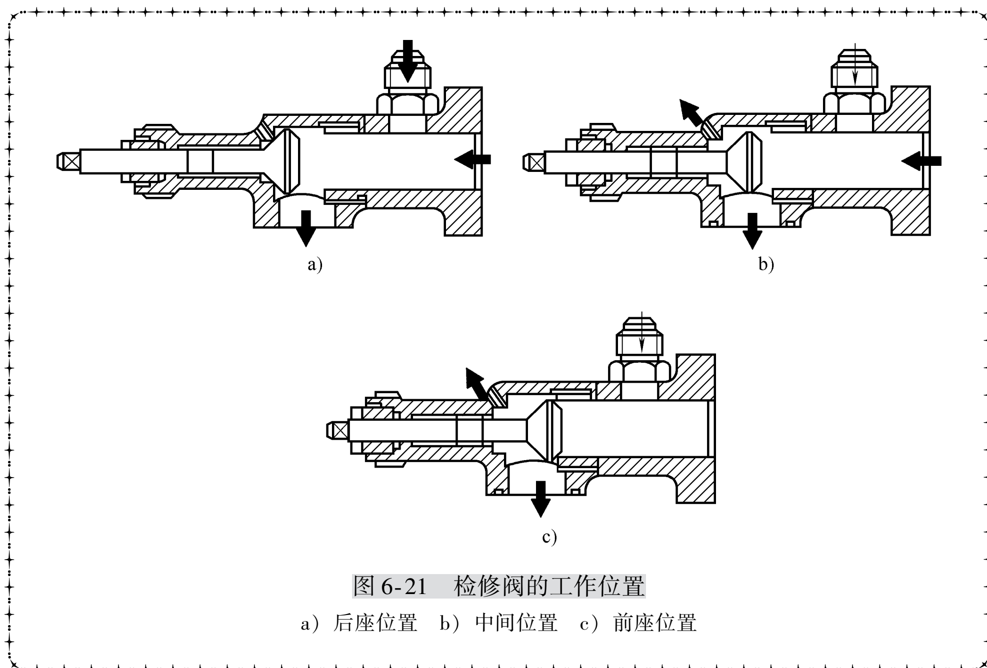


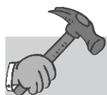
图 6-21　检修阀的工作位置

a）后座位置　b）中间位置　c）前座位置

② 中间位置如图 6-21b 所示，歧管压力计、压缩机、制冷剂管道全部连通。这个

位置可以加注制冷剂、抽真空或用歧管压力计检查制冷系统的压力。制冷剂可在整个系统内流通，压缩机内制冷剂既可进入管路系统，又可进入压力表口，以便检测系统压力。

③ 前座位置如图6-21c所示，顺时针方向转动阀杆至检修阀的极限位置，检修阀为前座，此时系统内制冷剂不能流到压缩机，检修阀处于关闭位置。此时压缩机与系统其他部分隔绝，若松开检修阀的固定螺钉，可以更换压缩机，或将压缩机拆下来修理，而不必打开整个制冷系统。但从压缩机上卸下检修阀时要小心，因为压缩机还残存有制冷剂，因此拆卸检修阀时速度要慢，并遵守有关操作规程。



6-426 气门阀的结构和作用是怎样的？

气门阀一般用于非独立驱动的汽车空调制冷系统维修（如轿车空调等）。在轿车空调制冷系统中，为了简化制冷系统结构，压缩机上不设检修阀，而用维修接口来代替，每个维修接口上都装有气门阀。气门阀的结构如图6-22所示，轿车空调压缩机吸、排气管都采用这种气门阀，它和轮胎的气门芯相似，只有开和关两个位置。使用时只要把检测用软管接头拧在工作阀口上，阀芯就被压开，制冷剂就进入检测用软管；卸下检测用软管时，则自动关闭系统接口。

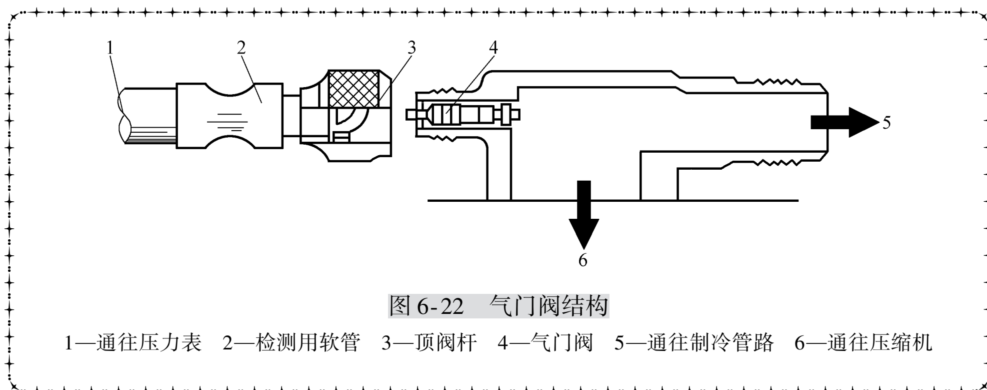
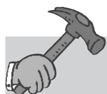


图6-22 气门阀结构

1—通往压力表 2—检测用软管 3—顶阀杆 4—气门阀 5—通往制冷管路 6—通往压缩机



6-427 乙炔-氧气焊割设备的组成和作用是怎样的？

乙炔-氧气焊割是汽车空调维修使用最广的设备，其基本组成如图6-23所示。乙炔-氧气焊割设备主要由乙炔瓶、氧气瓶、焊枪、氧气减压阀、乙炔减压阀及氧气连接管等组成。

（1）乙炔瓶 乙炔瓶用于存储乙炔气体，其最大表压力为0.15MPa，乙炔含量93%。乙炔瓶安有减压阀，阀上有瓶内压力指示表和减压后乙炔气体压力指示表。减压阀装有调节手柄，将手柄逆时针旋转，减压后的乙炔压力就随之升高。

（2）氧气瓶 氧气瓶用于存储高压氧气，其最大表压力为15MPa，由于压力过高，所以使用时装有减压阀，减压阀上装有两块压力表分别指示瓶内氧气压力和调整后的氧气压



力。压力调整方法和乙炔相同。

（3）焊枪　焊枪是指氧气和乙炔按正确的比例混合好并点燃后焊接管路接头的焊接工具。焊枪结构有两个针阀调节开关，逆时针旋转打开针阀，顺时针旋转关闭针阀。调节两针阀的开启度可使氧气和乙炔按比例混合，也可调整火焰的大小。

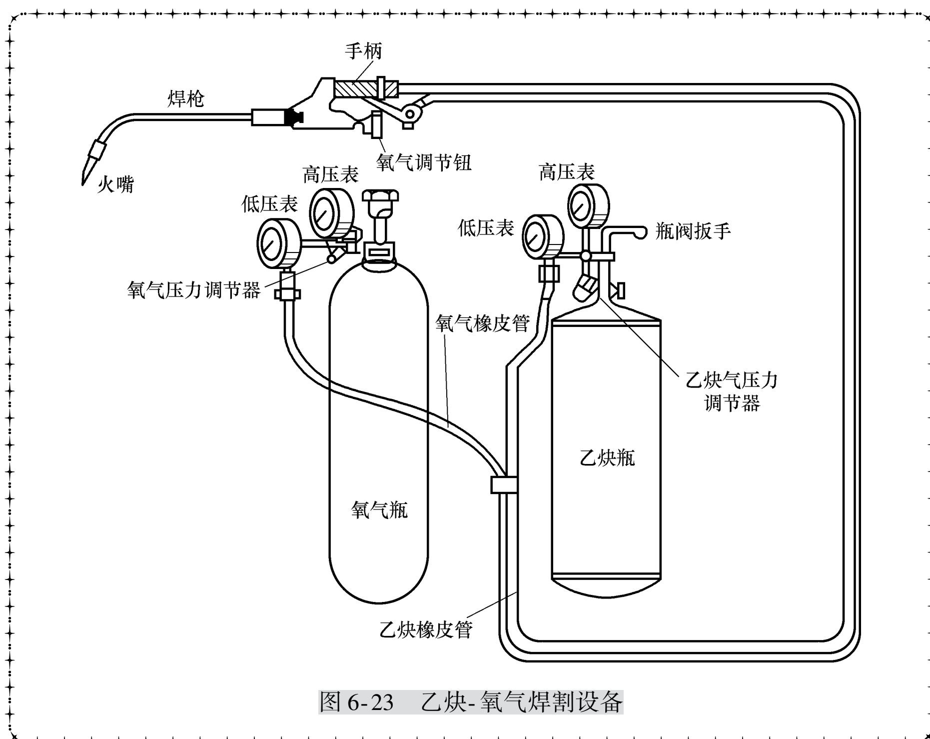
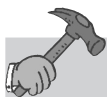


图 6-23　乙炔-氧气焊割设备

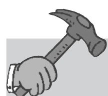


6-428　汽车空调维修操作的注意事项有哪些？

（1）**作业环境**　检修空调时应注意清洁和防潮，一定要防止污物、灰尘和水分进入系统内，要把机组周围和接头附近清洁干净，避免雨天维修作业。

（2）**制冷剂的使用**　保存和搬运制冷剂钢瓶时，应按其要求存放，严禁直接对制冷剂钢瓶加热或将制冷剂钢瓶放在40℃以上的热水中。加注制冷剂时应戴护目镜，以免冻伤眼睛。发动机运转时，切不可打开歧管压力计上的手动高压阀使制冷剂倒流入到制冷剂罐内，否则会引起爆炸事故。在发动机运转过程中从低压侧加注气态制冷剂时，切不可倒放制冷剂钢瓶，以防压缩机“冲缸”。

（3）**制冷系统管道操作**　拆卸管道时，应立即将管道或接头封住，以免潮气和灰尘进入。弯管时应事先退火且弯曲半径尽可能大；切管时应保持管口平整、光洁，并清除管内积屑；清洗管道时应使用三氯乙烯液体并充分干燥；连接管道时应在接头处滴几滴润滑油；拧紧或拧松管道接头，应使用两把扳手。汽车空调制冷管道连接一定要牢固可靠，具有良好的密封性能，但又不能拧紧过度而损伤螺纹，因此应根据不同的材质、不同的管径按照拧紧力矩的要求操作。

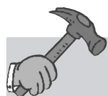


6-429 汽车空调制冷系统常发生泄漏的部位有哪些？ 常用的检漏方法有哪些？

汽车空调系统工作条件比较恶劣，极易造成部件、管道损坏和接头松动，使制冷剂发生泄漏，其泄漏的常发部位见表6-3。**常用的检漏方法有：①肥皂水泡沫法检漏；②加压法检漏；③真空法检漏；④充氟检漏；⑤紫外线检漏灯荧光检漏；⑥卤素检测灯检漏；⑦染料溶液检漏等。**

表6-3 汽车空调制冷系统常发生泄漏的部位

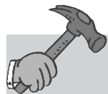
部 件	泄漏常发生的部位	部 件	泄漏常发生的部位
冷凝器	冷凝器进气管和出液管连接处 冷凝器盘管	制冷剂管道	高、低压软管 高、低压软管各接头处
蒸发器	蒸发器进口管和出口管的连接处 蒸发器盘管 膨胀阀	压缩机	压缩机轴封 压缩机吸、排气阀处 前、后盖密封处 与制冷剂管道接头处
储液干燥器	易熔塞 管道接头喇叭口处		



6-430 肥皂水泡沫法检漏是怎样进行的？

制冷剂泄漏部位同时也会渗出冷冻机油，因而若发现在某处有油迹，应用手直接触摸检查或用清洁棉丝擦拭，如果擦去以后还有油渗出，就可判定汽车空调系统存在泄漏。如果擦去以后没有油渗出，可用肥皂水检查。**把肥皂水均匀、完整地刷在可能的泄漏部位，然后仔细观察，如有气泡，就可判定汽车空调系统存在泄漏。**

注意：肥皂水检查法不能检查压缩机、冷凝器及蒸发器等不宜涂肥皂水和不好观察部位的泄漏，主要用于检查管路部位泄漏，高压管路检漏在空调运行和不运行时均可查，但低压管路检漏在空调不运行时才可查。



6-431 加压法检漏是怎样进行的？

如图6-24所示，将高压软管接在高压检修阀上，低压软管接在低压检修阀上。

由于压缩空气中的水分会在膨胀阀造成冰堵现象，所以不可用压缩空气来检漏，常用工业氮气，其优点是无腐蚀性、无水分，且价格便宜。**检漏工艺是将瓶装高压氮气用减压表减压，向制冷系统中灌注1.5MPa左右氮气后，用肥皂水均匀地涂在系统的各接头和焊接处，仔细观察是否有气泡、渗漏的声音等。**发现渗漏处应作出标记并进行及时处理，然后再去检查其他接头和焊接处。检查必须仔细，并反复检查3～5次，直至完全消除渗漏。检查完后，还要再试漏，方法是空调制冷系统保压24～48h，若压力不降低，则说明制冷系统密封合格，若压力降低明显，则说明还有未查到的地方，必须再进行检漏，直至完全消除渗漏。



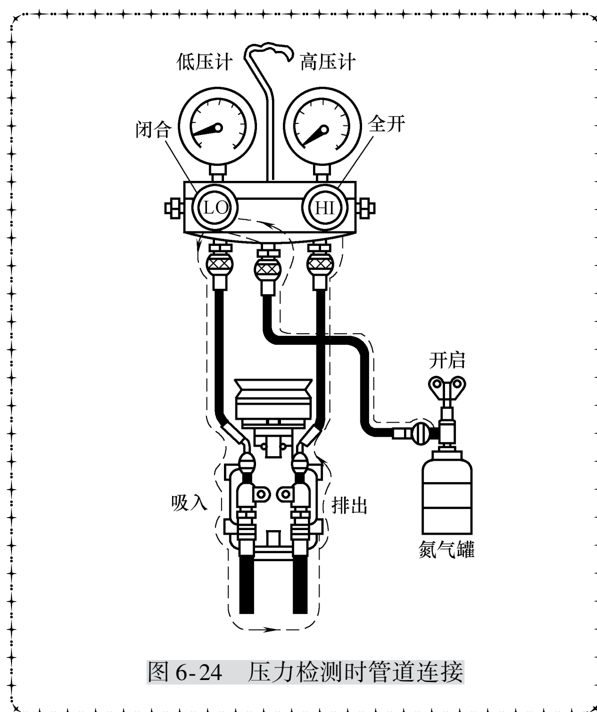
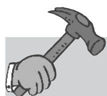
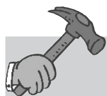


图 6-24　压力检测时管道连接



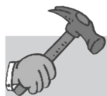
6-432　真空法检漏是怎样进行的？

真空法检漏是指在对制冷系统抽真空以后，保持系统真空状态一段时间（至少60min），然后观察系统中的真空压力表指针是否移动（即指针是否发生变化）的一种检漏方法。如真空指示没有变化，则说明系统无泄漏，如真空指示有回升，则说明系统有泄漏。要说明的是，采用这种方法检漏，只能说明制冷系统是否泄漏，而不能确定泄漏的具体部位。



6-433　充氟检漏是怎样进行的？

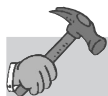
充氟检漏的方法是将歧管压力计分别连接在压缩机的高、低压检修阀，中间软管连在制冷剂瓶上，然后打开手动高、低压阀和制冷剂瓶，向制冷系统加入制冷剂，当压力达到0.1MPa 时，分别关好手动高、低压阀和制冷剂瓶，对系统保压几小时。若系统压力不变，就说明系统没有泄漏；若系统压力下降，就说明系统存在泄漏，此时要用卤素检漏灯或电子检漏仪找出泄漏部位后，再进行补漏。



6-434　紫外线检漏灯荧光检漏是怎样进行的？

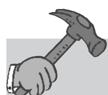
紫外线光能引起在紫外激光染料中的荧光分子发出黄色或黄绿色荧光。紫外线检漏灯荧光检漏检测方法就是将一种荧光泄漏探测染料压入制冷系统中，用紫外线灯照射，系统有泄

漏，则会发黄色或黄绿色光。荧光分子可保持两年有效。



6-435 卤素检测灯检漏是怎样进行的？

卤素检测灯检漏主要利用制冷剂使喷灯的火焰颜色改变这一特性来判断系统的泄漏部位和泄漏程度。如制冷剂泄漏量大时，火焰呈浅蓝色；泄漏量很多时，火焰呈紫色；如泄漏量较少时，火焰呈浅绿色。应当注意的是，卤素检测灯主要是针对制冷剂 R12 设计，不能用于 R134a。



6-436 染料溶液检漏是怎样进行的？

染料溶液检漏是采用一种可以放入汽车空调器的有色溶液进行检漏。在渗漏处染料会显示而且零件会着色，有些制造厂商供应含有红染料的制冷剂，这种制冷剂可用正常方法装入汽车空调器。其他的染料溶液还有浅黑色的。

染料或示踪液可准确地确定小的泄漏。围绕泄漏点着上一层有色薄膜染料就可显示出准确的位置。依据所使用的染料，薄膜可以是橘红色或黄色。染料一旦被吸入汽车空调系统，它就可以保持到系统被清洗为止，而丝毫不会影响系统的运行。图 6-25 所示为制冷剂染料检漏组件。

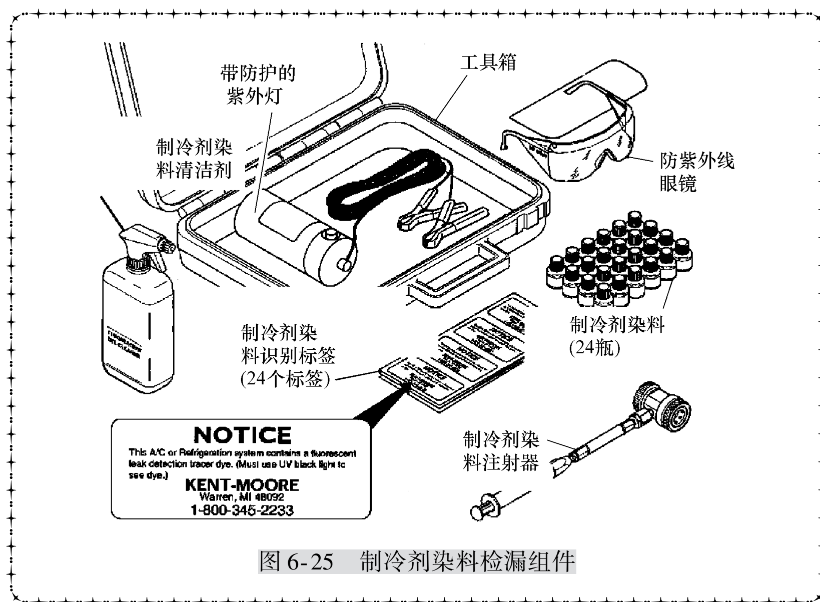
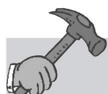


图 6-25 制冷剂染料检漏组件

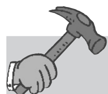


6-437 常用制冷剂排放的方法有哪些？

由于制冷系统中的某个部件修理、更换或是其他的原因，需要排放制冷系统中的制冷剂，有两种排放的方法：第一种是将制冷剂直接排放到大气中，这会造成环境污染，排放时



应在通风良好的场地进行，最好不要在室内进行，且不能接近明火；第二种是回收制冷剂，此法是利用回收装置进行回收。



6-438 传统的制冷剂排放到大气中的具体操作工艺是怎样的？

① 关闭歧管压力计的高、低压手动阀，按如图 6-26 所示进行连接。高、低压软管与压缩机高、低压检修阀的管道连接，中间软管的出口处包上一块洁净工作棉布。

② 慢慢打开手动高压阀，缓慢排放制冷剂，注意阀不能开得太大。在操作时注意观察中间软管出口的工作棉布，当看到有冷冻机油流出，就要减小高压手动阀的开度。

③ 当高压表的读数降到 340kPa 时，再慢慢打开低压手动阀，开度不要太大。也要注意观察中间排放软管出口的工作棉布，以布块没有冷冻机油流出为准，使制冷剂从制冷系统的高、低压两侧管道同时排出。

④ 观察歧管压力计的指示值，随着系统内的压力下降，就要慢慢增大高、低压手动阀的开度，当高、低压侧压力表的指示值下降到零时，说明制冷剂排放干净。马上关闭歧管压力计的高、低压手动阀。

⑤ 在制冷剂排放时如果不慎流出大量冷冻机油，若流出冷冻机油的量超过 14.2g 时，那么应在加注制冷剂之前加入等同量冷冻机油；若流出冷冻机油的量少于 14.2g，就不需要加冷冻机油。

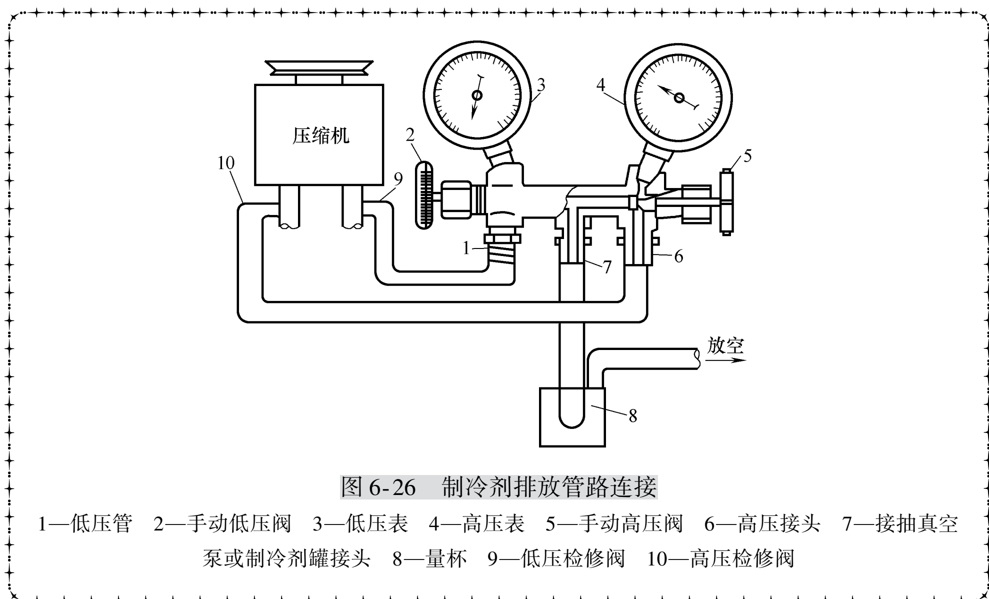
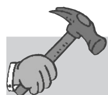


图 6-26　制冷剂排放管路连接

1—低压管　2—手动低压阀　3—低压表　4—高压表　5—手动高压阀　6—高压接头　7—接抽真空泵或制冷剂罐接头　8—量杯　9—低压检修阀　10—高压检修阀



6-439 为什么要对汽车空调制冷系统抽真空？

抽真空是为了排除制冷系统内的空气和水气，是空调维修中一项极为重要的程序。因为

对制冷系统进行维修或更换元件时，空气会进入系统，且空气中含有一定量的水蒸气（湿空气）。抽真空并不能直接把水分抽出制冷系统，而是产生真空后降低了水的沸点，水气化成蒸汽后被抽出制冷系统。因此，系统抽真空时，时间越长，系统内残余的水分就越少。为最大限度地将系统内的空气及湿气抽出，必须采用重复抽真空法，即第一次抽真空完毕后，再连续抽 30min 以上。



6-440 汽车空调制冷系统抽真空的具体操作步骤是怎样的？

图 6-27 所示为抽真空管路连接方法，抽真空的具体操作过程如下：

① 歧管压力计、真空泵与制冷系统的连接。将歧管压力计上的两根高、低压软管分别与压缩机上的高、低接口相连；将歧管压力计上的中间软管与真空泵相连。也可以在中间接口的软管上接上一个三通阀，将真空泵、制冷剂瓶、中间接口接到三通阀上，后一种的优点是在抽真空加入制冷剂时空气进入制冷系统的机会小。

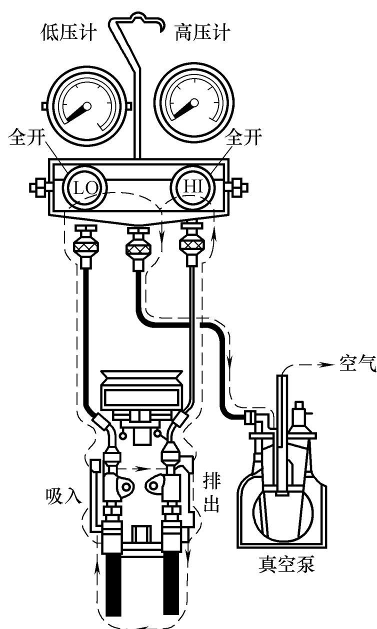


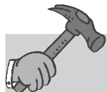
图 6-27　抽真空管路连接方法

② 抽真空。开动真空泵，打开歧管压力计的高、低压手动阀，起动真空泵。观察歧管压力计的读数，当真空度大于 95kPa 后，再持续 10min 后停止抽真空。起动真空泵，观察歧管压力计的读数，低压表真空度不能低于 300kPa，高压表不能低于零，否则说明系统有堵塞，应修复后再抽。

③ 关闭高、低压手动阀，表针应在 10min 内不得回升，低压表应在 100 ~ 200kPa。这就是前面所说的真空试漏。若在抽真空时系统达不到低压表在 100 ~ 200kPa，或达到了但在 10min 内表针有回升，则说明制冷系统有泄漏的地方。

④ 检漏。系统内的真空度在 10min 内没有回升，低压表在 100 ~ 200kPa，还要进行制冷剂检漏，方法是从低压端注入少量气态制冷剂。当压力达到 100kPa 时，迅速关闭制冷剂瓶和低压手动阀。用电子检漏仪或肥皂水检查方法查漏，发现后修理。

⑤ 再次开动真空泵，打开歧管压力计的高、低压手动阀，继续抽真空不少于 30min，或者更长时间以保证抽真空的效果，结束时要先关闭高、低压手动阀，再关闭真空泵。这就为系统加注制冷剂做好了准备。

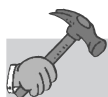


6-441 汽车空调系统制冷剂的加注方法有哪些？

当制冷系统抽真空达到要求，且经检漏确定制冷系统不存在泄漏部位后，即可向制冷系



统加注制冷剂。加注前，先确定注入制冷剂的数量。加注量过多或过少，都会影响空调制冷效果。压缩机的铭牌上一般都标有所用的制冷剂的种类及其加注量。加注制冷剂的方法有两种，**一种是从压缩机排气阀（高压阀）的旁通孔（多用通道）加注，称为高压端加注**，加入的是制冷剂液体。其特点是安全、快速，适用于制冷系统的第一次加注，即经检漏、抽真空后的系统加注。但用该方法时必须注意，加注时不可开启压缩机（发动机停转），且制冷剂罐要求倒立。**另一种是从压缩机吸气阀（低压阀）的旁通孔（多用通道）加注，称为低压端加注**，充入的是制冷剂气体。其特点是加注速度慢，可在系统补充制冷剂的情况下使用。



6-442　高压端加注制冷剂的操作步骤是怎样的？

高压端加注是通过歧管压力计高压手动阀端向系统加注液态制冷剂的方法，操作步骤如下：

① 当系统抽真空后，关闭歧管压力计上的高、低压手动阀。

② 将中间软管的一端与制冷剂罐注入阀的接头连接，如图 6-28 所示，打开制冷剂罐开启阀，再拧开歧管压力计软管一端的螺母，让气体溢出几分钟，然后拧紧螺母。

③ 拧开高压侧手动阀至全开位置，将制冷剂罐倒立。

④ 从高压侧注入规定量的液态制冷剂。关闭制冷剂罐注入阀及歧管压力计上的高压手动阀，然后将仪表卸下。**从高压侧向系统加注制冷剂时，发动机处于不起动状态（压缩机停转），不要拧开歧管压力计上的低压手动阀，以防产生液压冲击。**

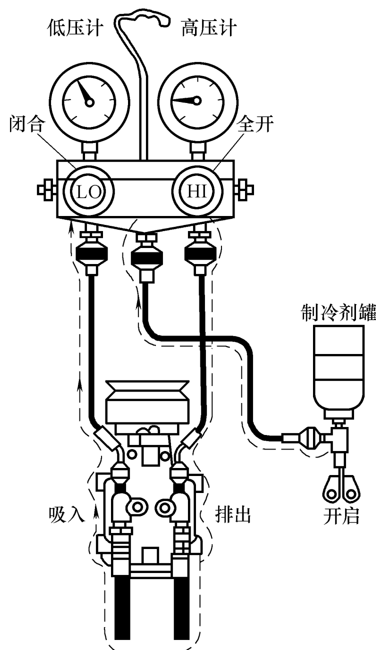
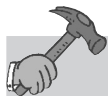


图 6-28　高压端加注液态制冷剂



6-443　低压端加注制冷剂的操作步骤是怎样的？

低压端加注是通过歧管压力计低压手动阀端向系统加注气态制冷剂的方法，操作步骤如下：

① 按图 6-29 所示，将歧管压力计与压缩机和制冷罐连接好。

② 打开制冷剂罐，拧松中间注入软管在歧管压力计上的螺母，直到听见有制冷剂蒸气流动声，然后拧紧螺母，从而排出注入软管中的空气。

③ 打开低压手动阀，让制冷剂进入制冷系统。当系统压力值达到 0.4MPa 时，关闭低压

手动阀。

④ 起动发动机，将空调开关接通，并将鼓风机开关和温控开关都调至最大。

⑤ 再打开歧管压力计上的手动阀，让制冷剂继续进入制冷系统，直至加注量达到规定值。

⑥ 在向系统中加注规定量制冷剂之后，从视液窗处观察，确认系统内无气泡、无过量制冷剂。随后将发动机转速调至2000r/min，鼓风机风量开到最高档，若气温为30～35℃，则系统内低压侧压力应为0.147～0.192MPa，高压侧压力应为1.37～1.67MPa。

⑦ 加注完毕后，关闭歧管压力计上的低压手动阀，关闭装在制冷剂罐上的注入阀，使发动机停止运转，将歧管压力计从压缩机上卸下，卸下时动作要迅速，以免过多制冷剂泄出。

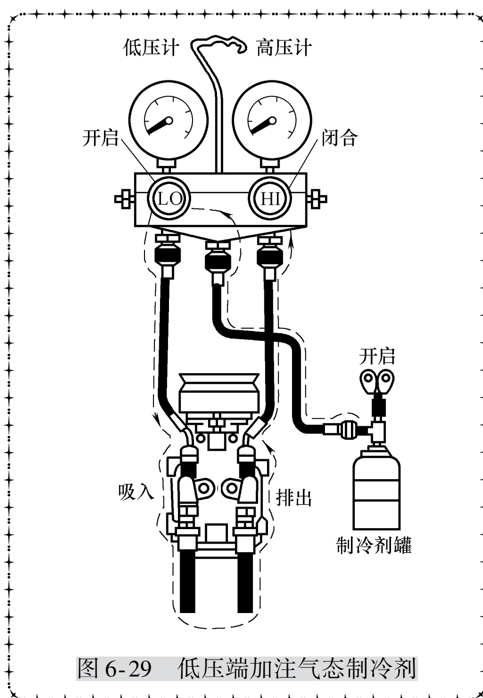
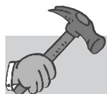


图6-29　低压端加注气态制冷剂



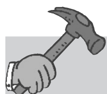
6-444 注入制冷剂时的注意事项有哪些？

① 注入人员应遵守操作规范、戴好防护眼镜，避免制冷剂与皮肤直接接触。

② 制冷剂罐应放在40℃以下的无太阳直射的通风处。

③ 在系统抽完真空后，应立即关闭歧管压力计上的手动高、低压阀，然后再关闭真空泵。两者顺序千万不能颠倒，否则会导致管道与外界相通，无法保持系统的真空状态。

④ 注入制冷剂后，应及时检查制冷剂的注入量。如果注入量适当，制冷剂在流动中仅有极少量的气泡，当发动机转速提高到1500r/min时气泡应完全消失，且制冷剂呈透明状；如果注入过量则制冷剂在流动中完全看不到气泡；而注入量不足时，制冷剂在流动中会出现明显的气泡。



6-445 冷冻机油在空调系统中的情况是怎样的？

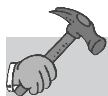
通常汽车空调制冷系统的冷冻机油消耗量很少，可每两年更换一次，每次应按规定数量加注（一般压缩机的铭牌上标注冷冻机油的型号和数量）。加注时一定要使用同一牌号的冷冻机油，不同牌号的冷冻机油混用会生成沉淀物。

制冷系统内制冷剂若泄漏很慢，对冷冻机油泄漏影响不大。若系统内制冷剂泄漏很快，冷冻机油也会很快泄漏。

汽车空调压缩机是高速运转装置，其工作是否正常取决于润滑是否充分，但过多的冷冻机油也影响制冷效果。当更换压缩机和制冷系统某一部件时，须检查压缩机内的油量。

维修汽车空调制冷系统时通常不需加注冷冻机油，但在更换制冷系统部件以及发现系统

严重泄漏时，必须加注冷冻机油。



6-446　如何检查压缩机冷冻机油油量？

压缩机冷冻机油油量的检查方法有以下两种。

（1）**观察油尺**　如图 6-30 所示，卸下加油塞，通过加油塞孔察看并旋转离合器前板；将油尺用棉纱擦干净，然后插到压缩机内，直到油尺端部碰到压缩机内壳体为止；取出油尺，观察油尺浸入深度，当加油合适时，压缩机内油面应在前 4 ~ 6 格之间，若少则加入，若多则放出，然后拧紧加油孔塞。

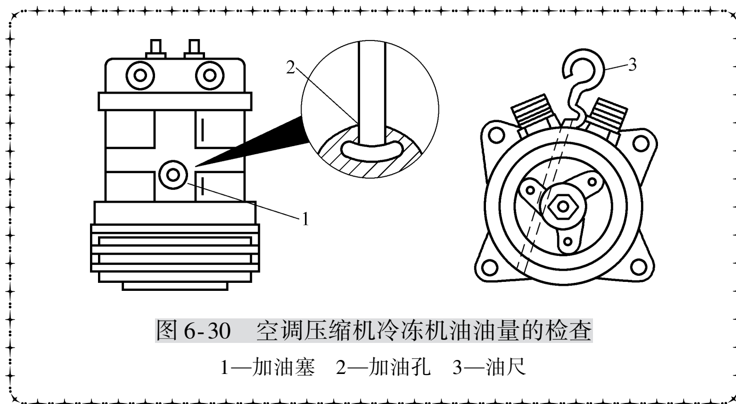
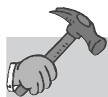


图 6-30　空调压缩机冷冻机油油量的检查

1—加油塞　2—加油孔　3—油尺

（2）**观察视镜**　通过压缩机上安装的视镜玻璃，可观察冷冻机油油量。如果压缩机冷冻机油油面达到观察高度的 80% 位置，一般认为是合适的；如果油面在这个界限以下，则应该添加；如果油面在这个界限以上，则应该放出多余的冷冻机油。

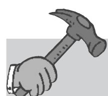


6-447　新的空调系统中冷冻机油的加注量是怎样的？

新的空调系统，只有压缩机内装有冷冻机油，其他各个部件中没有冷冻机油。**压缩机内冷冻机油容量为 120 ~ 150mL，不同型号的汽车略有不同。**空调系统工作后，冷冻机油流动到达蒸发器、储液器和冷凝器内各个部件。如果更换系统部件时应补充相应的冷冻机油。其加注量见表 6-4。

表 6-4　更换制冷系统部件时冷冻机油的加注量

更换的系统部件	冷凝器/mL	蒸发器/mL	储液干燥器/mL	系统管道/mL
冷冻机油补充量	40 ~ 50	40 ~ 50	10 ~ 20	10 ~ 20



6-448　抽真空前加注冷冻机油的方法有哪些？

系统抽真空前加注冷冻机油主要有以下 3 种方法。

1）直接加入法：不需用专用设备。用量筒量好需加注的油量，卸下加油塞，旋转离合

器前板，使活塞连杆正好在加油塞孔的中央位置，直接从压缩机的加油塞口注入。此法最简单。

2）利用压缩机本身抽吸作用，将冷冻机油从低压阀处吸入，此时发动机一定要保持低速运转。

3）利用抽真空加注冷冻机油。

① 对制冷系统抽真空。

② 选用一个有刻度的量筒，盛入比要加注的冷冻机油量还要多的冷冻机油。

③ 将连接在压缩机上的低压软管从歧管压力计上拧下来，并将其插入盛有冷冻机油的量筒内，如图6-31所示。

④ 起动真空泵，打开歧管压力计上的高压手动阀，加注的冷冻机油就从压缩机的低压侧进入压缩机中。当冷冻机油量达到规定量时，停止真空泵的抽吸，并关闭高压手动阀。

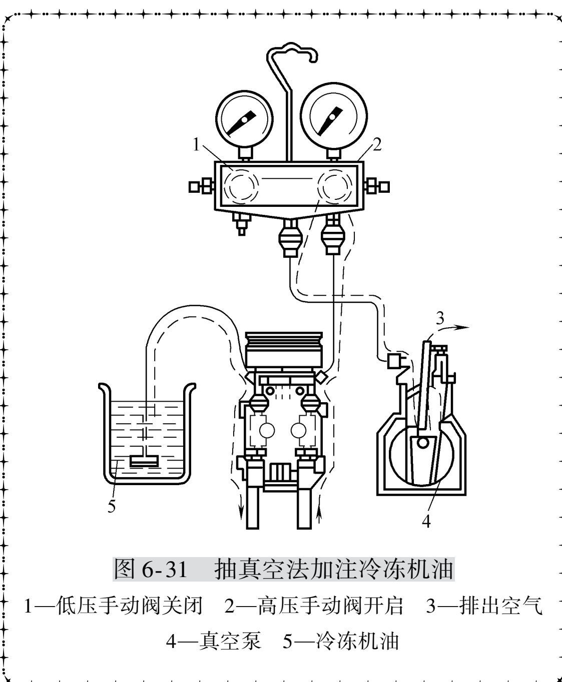
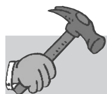


图6-31 抽真空法加注冷冻机油
1—低压手动阀关闭 2—高压手动阀开启 3—排出空气 4—真空泵 5—冷冻机油

⑤ 按抽真空法加注冷冻机油后，还应继续对制冷系统抽真空、加注制冷剂。



6-449 抽真空后加注冷冻机油的加注工艺是怎样的？

① 将歧管压力计、真空泵、注油器上的加油塞和放油阀连接起来，连接方法如图6-32所示。

② 开动真空泵，打开高压手动阀和低压手动阀，关闭放油阀。

③ 打开注油器的加油塞，从加油塞孔中加入足量的冷冻机油，然后将加油塞拧紧。

④ 观察低压表，真空压力应大于98kPa，目的是将冷冻机油内的水分蒸发汽化和空气一起被抽走。

⑤ 真空泵继续运行5min，目的是将冷冻机油内的水分完全蒸发汽化被抽走。关闭高压手动阀及真空泵，并拆下中间软管，稍微打开低压手动阀，开启放油阀。这时冷冻机油被注入制冷系统的低压侧。

⑥ 当注油器油量减到要加的刻度时，马上关闭放油阀。

⑦ 冷冻机油加入完毕后，关闭低压手

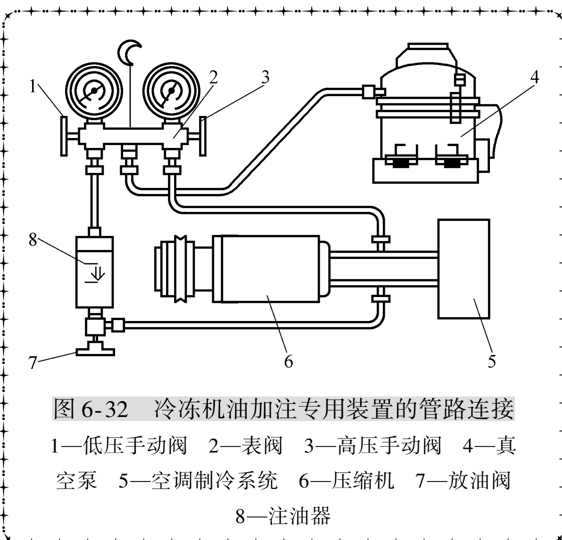
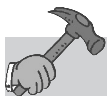


图6-32 冷冻机油加注专用装置的管路连接
1—低压手动阀 2—表阀 3—高压手动阀 4—真空泵 5—空调制冷系统 6—压缩机 7—放油阀 8—注油器



动阀，这时就可加注入制冷剂了。



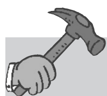
6-450　汽车空调系统维修后的外观检查有哪些项目？

修理后的汽车空调，每台都要进行外观检查。外观检查主要包括如下内容。

（1）**外观的观察**　涂装是否均匀，有无脱落、划痕等缺陷；门窗是否密封；隔热层是否平整、牢固、紧贴；电气路线是否布置整齐、连接是否牢固；空调系统各部件仪表是否干净、有无油污，安装牢固与否等。

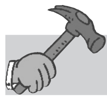
（2）**各控制键的检查**　移动和旋转各个控制键时，应灵活，无阻滞。当开动空调器时，压缩机开动应轻快而噪声小；风扇换档后，送出的风量应相应变化，且无异常噪声；按下各个功能键时，各风门的风向应按各键所规定的风向送出；移动温度键后，空调器送出的风的温度应该有变化；如果是自动空调，则看其是否在调定的温度范围内稳定运行。

（3）**管路和各零部件的泄漏检查**　应用电子检测仪对汽车空调系统的管道和部件，进行一次全面而又细致的泄漏检查。若发现有微小泄漏的地方，如果是接管或配合外形密封橡胶圈，只需略微拧紧一点螺母即可（注意：O 形圈压得太紧，密封性能反而会下降）。如果是管道有裂纹等，就要补焊或更换。



6-451　如何判断空调系统的异常泄漏？

将电子检漏仪的灵敏度调整到每年为 15g 泄漏量即报警。如果小于 15g/年，则认为是允许的，不会妨碍空调系统的工作。这个泄漏量用卤素检漏灯是不能检出的。因为卤素检漏灯在每年漏量为 48g 时，已不能检出；每年漏量为 288g，其火焰为绿色；每年漏量为 384g，火焰颜色变为淡绿色。由此可见，若轿车空调系统的制冷剂每年泄漏量为 200g 时，其制冷剂损失已相当严重，不能正常工作。这样，**汽车空调检漏的可靠方法应是电子检漏仪和肥皂水检测法，卤素灯只能作辅助检查，不能作为出厂的质量检漏工具。**



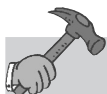
6-452　如何确定汽车空调制冷系统制冷剂的泄漏部位？

① 汽车空调制冷系统的运行环境是处在不断运动的汽车上，所以它一直在振动的状况中工作，这样便容易造成部件、管路的松动，致使制冷剂泄漏。

② 汽车空调制冷系统各部件的连接绝大多数是螺纹联接，螺纹在振动中容易松动，致使制冷剂产生泄漏。

③ 汽车空调制冷系统中管路与部件的密封是靠管口的喇叭口，而喇叭口多为手工制作，质量不易达到要求，所以使用不久后密封便会受到破坏，致使制冷剂泄漏。

对汽车空调制冷系统进行泄漏检测时，应对整个系统的各零部件，如压缩机、冷凝器、蒸发器、储液干燥器，各手动工作阀，制冷管道，以及拆检或维修过的制冷机件联接处等重点部位进行系统检测，并记下查到的泄漏部位并做好记号。**经过全面检测后，再进行统一修理，不要检查一处就修理一处，以免造成检漏测试作业（排液、抽真空、充液、检漏）的多次重复。**



6-453 桑塔纳轿车空调系统检查方法是怎样的？

① 起动发动机，使转速稳定在2000r/min，空调拨杆放在制冷区，按下A/C按钮，空调风机开四档（最高速），所有出风口打开，将电磁离合器电源线跳开，在左/右出风口处用风速计测得的空气流速应不少于4m/s（相当于$90m^3/h$），左右出风口风量偏差不超过±2%。

② 发动机热态（即散热器风扇至少已转过一个周期，靠温度控制器自动控制已停转过一次以上），电磁离合器电源线接好，开始测量前30min内应没有使用过暖气。将A/C按钮按下，空调风机开四档（最高速），所有出风口打开并放正位置，发动机罩打开，车门窗关闭，右出风口温度达到10℃时的所需时间与车外温度的交点应在图6-33a所示极限曲线左方的阴影区域内。温度传感器放在右出风口中央，伸进30～50mm，压缩机第一次自动停转（电磁离合器电路自动跳开）的时间应位于压缩机停转曲线的左方，而出风口温度则应在图6-33b所示的阴影区内。中间出风口温度比右出风口温度最多可以高3℃。

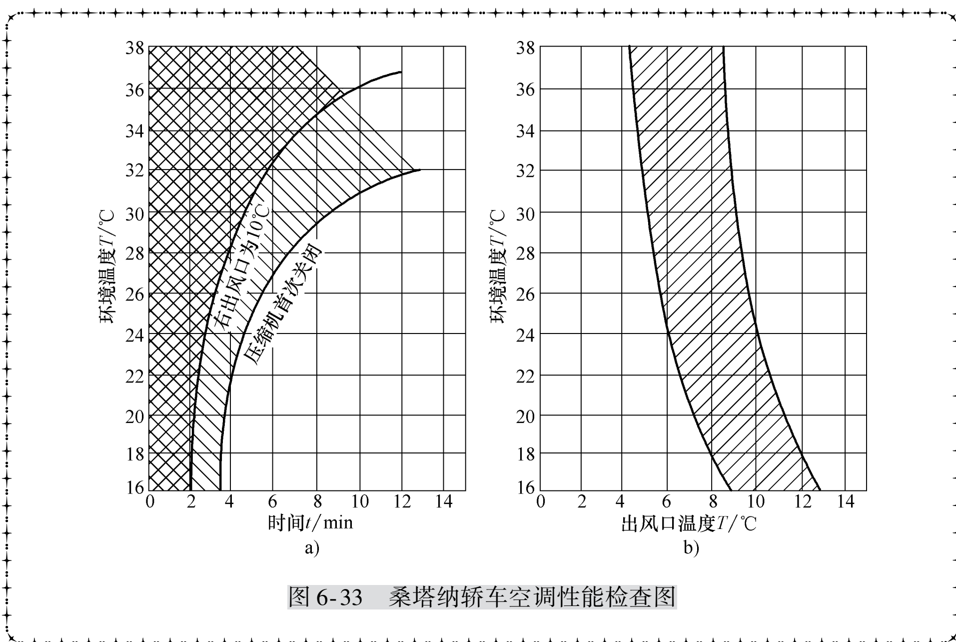
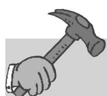


图6-33 桑塔纳轿车空调性能检查图

③ 做完上述试验后，马上接着做空调系统密封性试验。发动机、空调风机、冷却风扇停止工作，用高精度检漏仪检查制冷剂回路。除压缩机外，每一个螺纹连接处的检漏仪调定值为59g/a时，不得有任何泄漏反应。对压缩机而言，其泄漏量不得超过28g/a。

④ 空调风机和冷却风扇工作时，不得出现干扰性的磨削声、敲击声或轰隆声。操纵各种空调开关和杆件时，不得出现不正常的干涉声，压缩机不得有异常响声。





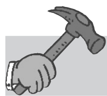
6-454　空调制冷系统中混入空气的异常表现是怎样的？ 应如何排除？

空气进入空调制冷系统后，一般都留存在冷凝器或储液干燥器中，因为在这两个部件内部有液体制冷剂存在，形成液封，所以空气不会进入蒸发器。另外，当低压系统不严密漏入空气时，则空气也会随制冷剂蒸气一起被压缩机吸入而排至冷凝器或储液干燥器中。由于空气不会凝结，又比制冷剂蒸气轻，所以空气都存在于冷凝器或储液干燥器内部。制冷系统中混入空气后的异常表现如下：

① **压缩机排气压力表指针出现摆动**。但应注意压力表指针摆动，有时亦出现在排气量不均匀时，所以应该把两种情况区分开来。后者指针摆动较快，摆幅也小，而制冷系统有空气存在时，指针摆幅略大，摆动较慢。

② 空气混入制冷系统后，**排气压力和排气温度均大于正常值，吸气压力亦高于正常值**。

③ 空气混入制冷系统后，因制冷量下降，使**送出的冷风温度降不下来**。



6-455　如何排除空调制冷系统中混入的空气？

空气进入制冷系统后，使其分离比较困难，所以对一些小型制冷系统（如轿车空调），因制冷剂充注量较少，**大部分是采用全部卸放制冷剂后，重新抽真空，重新灌装制冷剂的方法**。对于大型空调制冷系统，因其充注的制冷剂较多，全部放掉很可惜，因而采取排放空气的办法，因空气的密度小于制冷剂，所以空气总是处于冷凝器或储液干燥器上部。但冷凝器或储液干燥器上方又不全是空气，而是制冷剂蒸气、冷冻机油蒸气和空气三者组合而成的混合气，排除空气应按如下方式进行（否则制冷剂亦会被排出制冷系统）。

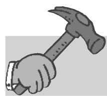
① 首先关闭冷凝器或储液干燥器的出液阀，并使压缩机运转，以将制冷系统中的制冷剂混合气都积聚在冷凝器中。当低压值达到 0.005 ~ 0.006MPa 时，即可停止压缩机运行，但应继续对冷凝器吹风。

② 停机 1h 左右，使冷凝器中制冷剂蒸气冷凝，这样使系统内空气与制冷剂逐渐分离。

③ 慢慢松开压缩机高压阀的多用孔口，使制冷系统中的气体排出。用手接触排放的气体，若感到排出的气体比较热，说明排出的为空气。若排出的气体已使手感到凉时，应立即拧紧多用孔口螺栓，并封闭多用孔口。

④ 最后开机运行，观察排气压力表指针是否仍然摆动，冷凝压力、排气压力是否已达正常值，如不合要求则继续重复上述过程排放空气。

上述方法在操作过程中，要求每次放出少量气体，反复多次进行，以避免将制冷剂排出。



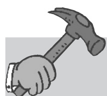
6-456　怎样判断汽车空调制冷系统脏堵部位？

一般汽车空调制冷系统的脏堵故障，经常发生在制冷系统内通道截面较小的位置。当脏

物随制冷剂流经小截面处时，通路不畅便会形成堵塞。这种堵塞故障有别于冰堵故障。冰堵通常发生在制冷系统特定的位置，所以容易判断。制冷系统产生脏堵故障后，首先表现为制冷能力下降，甚至不制冷，同时高压端及低压端的压力均低于正常值，另外带有低压保护装置的制冷系统还会使压缩机自动停止。制冷系统中还会出现局部地方温度下降，偶尔还会出现结霜或结露现象。

易于脏堵的部件绝大部分处于制冷系统的高压侧，如电磁阀位于储液干燥器与膨胀阀之间，毛细管的入口在高压侧。**这些部件在正常工作时，其温度都应比环境温度高**，用手触摸时有温热的感觉，所以当脏堵发生在某一处时，该处就会形成局部的节流现象，温度会迅速下降，用手触摸有冷感，由此即可判断该处发生堵塞。

膨胀阀的脏堵应按如下方式进行判断。膨胀阀在正常运行时，应有轻微的连续和均匀气流声。阀体以节流孔处为界限，向出口端一半处成45°倾斜线结白霜，而进口端的小滤网处则不应结霜。但若在进口小滤网部位发生结霜现象，又听到气流声断断续续，而当用小扳手轻敲膨胀阀阀体时，气流声发生变化，与此同时膨胀阀以节流孔为界限处所结的白霜层亦逐渐融化，则可判断膨胀阀进口滤网堵塞。



6-457 汽车空调制冷系统脏堵故障如何排除？

① 放出制冷系统中的制冷剂，而对带储液干燥器的较大型制冷系统，则可将制冷剂抽到储液干燥器中。

② 拆下制冷系统中脏堵的部件进行清洗或更换。

③ 脏堵严重时，应将制冷系统全部拆卸，并进行分段清洗，清洗液可用工业汽油或四氯化碳。对于冷凝器或蒸发器，可按图6-34所示方法清洗，洗后用氯气将残留的清洗剂吹干，有条件时最好烘干。清洗完全部部件后，经组装后即可重新对制冷系统抽真空、充注制冷剂后试车。

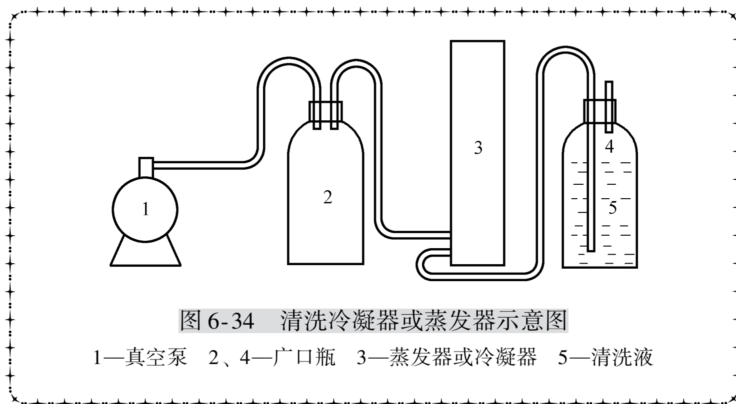
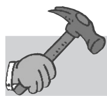


图6-34　清洗冷凝器或蒸发器示意图

1—真空泵　2、4—广口瓶　3—蒸发器或冷凝器　5—清洗液

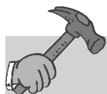


6-458 怎样知道汽车空调制冷系统发生了冰堵？

冰堵一般是指空调制冷系统工作时，在膨胀阀处发生水分结冰而形成的堵塞现象。冰堵

故障原因是因制冷系统中混入水分，而水分结冰造成冰堵，所以冰堵只能发生在制冷系统中的特定位置——节流部位，即膨胀阀节流孔处。因为制冷剂与水一般是互不相溶的，当液态制冷剂流经膨胀阀的节流小孔时，温度突然下降，这些混合在液态制冷剂中的水分就容易在节流小孔结成很多小颗粒的冰粒（呈球状或半球状）。当冰粒凝结到一定程度时，便阻塞了节流通道，形成了冰堵故障。

当液态制冷剂中水分较少时，会产生轻微冰堵故障。而在水分较多时，会将膨胀阀节流孔全部堵死，造成空调制冷系统低压压力极低（有时会达到 0.006 ~ 0.007MPa 的真空度），出现制冷系统制冷量严重下降，甚至不制冷。**对于装有低压保护装置、压缩机由电磁离合器控制运转的小型客车空调制冷系统，在压力开关的作用下，此时会出现间歇性切断或接合离合器的现象。**出现这种现象是因为冰堵是在制冷系统正常运行时发生，此时膨胀阀节流，液体制冷剂吸热蒸发，使水分产生结冰，而当结冰产生冰堵后，制冷系统不能正常工作，制冷效果明显下降，甚至不制冷，于是在冰堵处温度回升，冰堵的冰粒又会融化成水，使冰堵现象消失，制冷系统又恢复正常工作；在工作正常后制冷剂中的水分又结冰，产生冰堵，制冷系统又不能工作。这样压缩机电磁离合器在压力开关的作用下，便会产生间歇性的离、合动作，使制冷系统无法工作。



6-459　如何排除汽车空调制冷系统冰堵故障？

膨胀阀的冰堵与脏堵在现象上很相似，对它们的区分可用下面方法：用小棉球蘸上酒精，点燃后烤膨胀阀阀体，若烤后堵塞现象消失即为冰堵，若烤后堵塞现象仍存在即为脏堵。

制冷系统产生冰堵不仅破坏了空调制冷系统的正常工作，而且制冷剂与水分作用后还会产生盐酸和氢氟酸，对制冷系统的部件起腐蚀作用，使部件早期损坏，因此制冷系统中有水分是极为有害的。制冷系统进入水分均是操作不当造成，如拆卸部件后不封口，抽真空不彻底，所加的制冷剂和冷冻机油中混有水分，这些都是造成水分进入制冷系统的原因。

排除空调制冷系统中水分的方法如下：

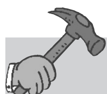
① 放出制冷剂。

② 更换储液干燥器，可拆卸的储液干燥器则只需更换干燥剂。

③ 烘干或用热风直接吹干制冷系统内部。

④ 加冷冻机油前，应在火上加热到 130℃，使油中水分蒸发，进行沉淀后加入压缩机油底壳。

⑤ 加新的制冷剂时，在制冷剂罐与加液表阀之间应串上一支大的储液干燥器，以滤除制冷剂中的水分。



6-460　如何用压力表检查汽车空调制冷系统故障，如何排除？

将压力表接到压缩机的高压阀上，在压缩机停止和运转两种状态下，根据压力表的读数

变化，可以分析出空调制冷系统的故障原因。

（1）**压缩机处于静止状态** 即停机时间在10h以上时，压缩机的高、低压应为同一数值（这个数值称为平衡压力）。平衡压力的大小与环境温度有关，如图6-35所示。

① 平衡压力过高，一般是由于制冷剂量过多造成的，此时，只需放出一部分制冷剂，使平衡压力达到标准值即可。

② 平衡压力过低，一般是由于制冷剂量不足引起的，此时，只需充注一部分制冷剂，使平衡压力达到标准值即可。

③ 如果没有平衡压力，即高、低压表所显示的数值不相等，这说明系统内部有堵塞，这时要分别检查膨胀阀及管路部分。

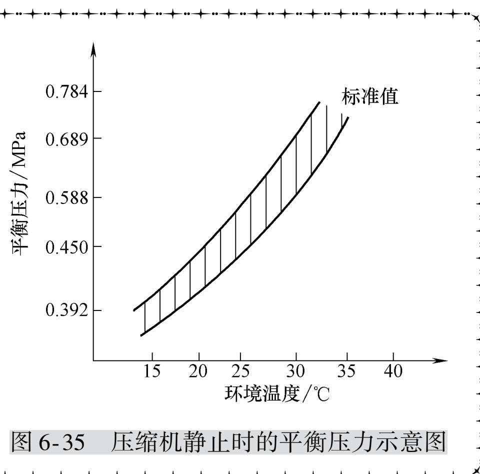
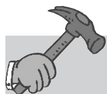


图6-35 压缩机静止时的平衡压力示意图

（2）**压缩机处于运转状态** 将发动机转速控制在1500～2000r/min，起动空调使压缩机运转，但接入空调的时间不能超过0.5min（接入空调时间过久会损坏压力表，严重的还会造成事故），看压力表读数。正常情况下，低压为0.147～0.196MPa，高压为1.421～1.47MPa。如果表压在此标准值0.049kPa内变化，且制冷性能良好，可以认为表压力正常。



6-461 汽车空调电磁离合器打滑的原因有哪些？

小型汽车及货车驾驶室内的空调都属直连式，其制冷压缩机均靠汽车主发动机通过带轮驱动，所以压缩机的前端均装有电磁离合器，以自动控制压缩机的停止和转动。电磁离合器经常出现的故障是离合器打滑。离合器打滑的主要原因有：

① **前板和带轮的配合间隙过大**，造成电磁离合器通电后接合不紧而打滑。一般用塞尺检测其间隙尺寸，如不合乎间隙尺寸要求的，可用垫片调整。间隙大则将垫片的厚度减小，间隙太小则增大垫片的厚度。

② **电流值不当**。断开电磁离合器线圈上的电源导线，并和电流表的一根引线连接，电流表的另一引线接至电源导线的接线柱，如图6-36所示。如电磁离合器线圈有两个接线柱，另一接线柱一定要搭铁。电流表的读数为2.5～4A属正常范围，否则可能是线圈不合格或搭铁不良，这就需要更换线圈或将搭铁接牢。

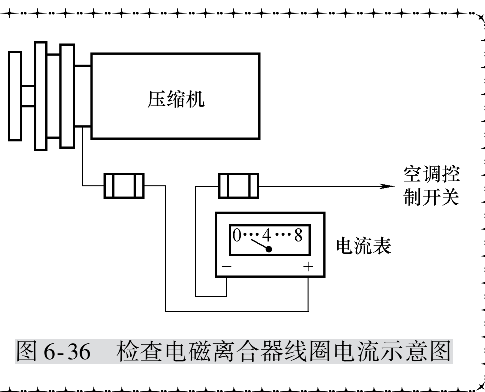
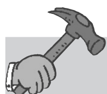


图6-36 检查电磁离合器线圈电流示意图

③ **压缩机卡住**。断开电磁离合器线圈电源，用手转动离合器前板，如稍有阻力，属正常现象。如果很吃力，就需检查压缩机是否卡住。





6-462　汽车空调电磁离合器不能吸合的原因有哪些？

电磁离合器通电后压缩机不能运转，可按图 6-36 的连接方式，将通到空调控制开关的一端不接控制开关，而与蓄电池正极相连。若电磁线圈不能吸合，则主要原因如下：

1）**电磁线圈断路**，需更换或重新绕制线圈。

2）**搭铁端未接上或未接牢**，造成电路断路，此时需要接牢搭铁。

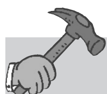
3）其他原因　若电磁离合器通电后压缩机不转，但单独检查电磁离合器又属正常，此时便需要考虑是空调制冷系统中的其他原因所致。

① **温控开关或压力开关断开**。此时制冷系统因车厢内温度已达到设定的温度，所以压缩机停止运行，这种现象应属于正常现象。

② **低压保护开关断开**。因过低的环境温度或系统缺少制冷剂，会使开关断开，起到保护作用，这时应从制冷系统上检查。

③ **热继电器保护**，使压缩机停转。出现这种现象可以从制冷系统上检查是否热负荷太大，系统中是否混入空气及系统中制冷剂是否过量。

一般高级轿车空调保护装置很多，所以需耐心逐个检查，以便找出真正问题所在。



6-463　如何确定膨胀阀的常见故障，应如何排除？

膨胀阀使用中最常见的故障是堵塞不通、似通非通或阀门关闭等，以上情况均使制冷装置不能正常工作，制冷效果下降或不能制冷。故障表现为蒸发压力下降、压缩机负荷减轻及高压排气温度降低等。上述故障的出现原因及排除方法如下：

（1）**膨胀阀阀门关闭不通**　由于膨胀阀的隔膜片破裂，导致感温系统内的充注物泄漏，或是由于毛细管或感温包等处的焊缝泄漏，以及感温系统中的毛细管因过度扭曲发生断裂所致，其结果都使感温系统内的压力和大气压力相同。上述故障均能使隔膜片上的压力降低或消失，使针阀在下方的弹簧压力作用下压在节流孔（阀孔）上，最后造成膨胀阀关闭。

此类故障有如下表现：压缩机吸气压力急剧下降，正常工作的膨胀阀阀体上所结的霜层很快融化，并且没有正常运转时出现的全流声音，即使用沸水冲淋或以酒精灯加热阀体数分钟也无反应，但当拆下膨胀阀进行检查时，便发现膨胀阀呈不通状态，且用手指即可按动隔膜片（注：未泄漏时用手指按不动），从而可以确定是感温系统故障。维修时将已泄漏处故障排除，如有必要还应更换隔膜片或换上新的零部件，然后重新向感温包内充注规定数量的制冷剂。

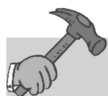
（2）**膨胀阀进口端的小滤清器堵塞**　膨胀阀在正常工作时，若靠近节流孔和膨胀阀的出口端部出现结霜属正常（注：常呈斜线状霜层），但阀的进口端和小滤清器部位不结霜。当阀的进口端过小，滤清器被制冷系统管道及部件内氧化皮等杂质堵塞时，整个阀体便会出现结霜现象。而当堵塞严重时，膨胀阀出口端和小滤清器部位的霜层就会全部融化，与前述情况类似。这时压缩机的吸气压力会较低或降低很多，此时用加热阀体的方法也不能使其恢复正常工作。在这种情况下，便应将膨胀阀的小滤清器拆下，用无水酒精进行清洗，干燥后再重新装上。

（3）**膨胀阀冰堵或油堵**　膨胀阀发生冰堵或油堵时，同样表现为压缩机吸气压力下降很多，同时在阀体上结的霜层减少或融化。在使用沸水冲淋或酒精灯加热阀体数分钟后，可见到阀体上出现短暂结霜现象，并可听到有时断时续的气流声，且吸气压力回升。但不久这些声音又逐渐减小，吸气压力又逐渐下降。这种现象即可判断为属冰堵或油堵现象。

① 冰堵或油堵的检查方法。先将膨胀阀拆下，然后拧下阀座，若在节流孔四周有黏性的油堵状物即为油堵，如在节流孔周围有小颗粒冰粒及水珠即可确认为冰堵。

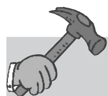
② 冰堵排除。在制冷系统中装储液干燥器，经过压缩机运转，通过储液干燥器将制冷剂中的水分吸收，直到无冰堵现象为止。干燥剂一般用颗粒状变色硅胶为佳。

③ 油堵排除。造成油堵的原因主要是冷冻机油的牌号不对，凝固点太高，冷冻机油中的含蜡量太多，系统中分油器效果不良，压缩机上油较多等原因造成。因此应当选用规定品种和数量的冷冻机油，并排除分油器或压缩机的故障，这样方可杜绝油堵的产生。油堵消除后应将膨胀阀拆开，清洗掉阀体及管道中用过的冷冻机油后，再加入适合需要的冷冻机油。



6-464　如何预防与排除空调系统O形圈的老化问题？

为了便于系统部件的安装和维修，空调系统的制冷管路都是通过O形圈密封连接的，时间久了，O形圈的老化在所难免，管路的密封性随之变差，制冷剂就会逐渐漏失。伴随着制冷剂的泄漏，混合在制冷剂中的冷冻机油也会渗出管外。为了能够“早发现、早治疗”，**应该经常清理和检查空调管路，如果发现在管路连接处存在油渍，基本上就可以判断是O形圈的老化问题**，应及时回收管路中的制冷剂，更换新的O形圈，并再次补充适量的制冷剂和冷冻机油到管路中。



6-465　如何预防与排除空调系统管路中铝制部件的腐蚀问题？

铝制的空调管路（包括冷凝器）由于受到雨水、融雪剂等侵蚀，表面会逐渐形成灰黑色的斑点或凹坑（图6-37），时间一长，管壁就会渗漏，同样，这也会出现管路表面存积油渍的现象。为减少此类问题对空调制冷系统的影响，我们应养成及时清洁车辆的好习惯。



图6-37　因腐蚀而形成灰黑色斑点的铝制空调管路

然而，很多车主将车辆外表洗刷的耀眼夺目，但打开车辆的发动机室盖后，发动机室内脏乱不堪。这种洗车误区很容易造成汽车底盘部件和发动机室部件（包括铝制的空调管路和部件）的提前老化和腐蚀，因此，正确清洁车辆应该以底盘的清洗和发动机室的除尘、擦拭为重点。

由于发动机室中分布着电气线束、电脑模块、中央接线盒以及汽油发动机的点火系统等与电路相关的部件，因此，发动机室不宜采用水枪清洗，而应利用风枪吹除表面和缝隙中的灰尘和



杂质，之后用略微浸湿的干净抹布对各部件进行擦拭。**对于铝制的空调管路，在经过以上擦拭后，还应用干燥的抹布将铝制管路完全擦净，如此便可以有效地降低管路的受腐蚀程度，大大延长空调管路的使用寿命。**

冷凝器的外表面布满了柔软的散热翼片（图 6-38），不能用抹布直接擦拭，应该在利用风枪吹除表面和翼片缝隙中的灰尘和杂质的基础上，使用调低压力的水枪以喷壶状水雾冲洗，以彻底清洗冷凝器的表面和缝隙，最后再次利用风枪将冷凝器吹干。夏季在冷凝器的外表面以一定的间隔罩上细密的纱网，也是防止昆虫附着、保持冷凝器干净的有效之举。

与冷凝器结构相似的蒸发器也可能发生腐蚀渗漏，不过，由于蒸发器安装在仪表台下面的风箱中，因此其受到外部物质侵蚀而发生渗漏的可能性较小，主要的问题还是出在自身。蒸发器在空调制冷系统中主要起到蒸发吸热的作用，在此过程中，蒸发器内部的制冷剂沸腾汽化，温度很低，而蒸发器外部的室内空气温度较高，于是蒸发器的内外存在很大温差，如此，在蒸发器的表面翼片上不断形成冷凝水，并通过风箱下部的水管排出车外。长时间处于潮湿的环境之中，会使得蒸发器表面及通风孔隙中滋生霉菌和腐蚀物（图 6-39），这是空调室内通风管道出现异味的主要原因，也是蒸发器发生渗漏的主要原因。由于蒸发器在不拆解仪表台的情况下无法直观检查，只能养成良好的空调使用习惯，将蒸发器的损害尽可能降至最低。具体做法是：在使用空调系统制冷之后，关闭发动机之前，应将空调的 A/C 开关关闭，使制冷系统停止工作，同时将风道切换至外循环，将鼓风机调至高速档，连续工作几分钟，这样可以利用外界的热空气去除风箱内和蒸发器表面的湿气，使之干燥，从而大大降低霉菌和腐蚀物的产生，也能减轻风道中的异味。

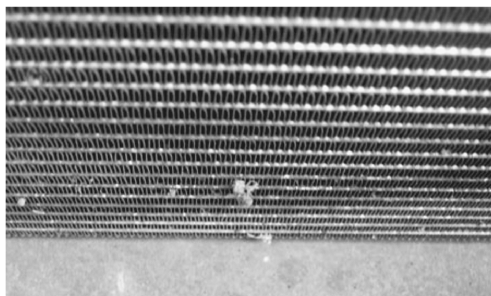


图 6-38　附着杂物的冷凝器散热表面

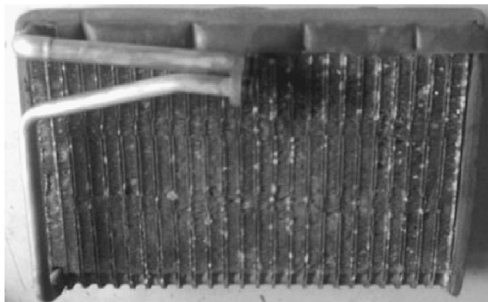
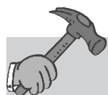


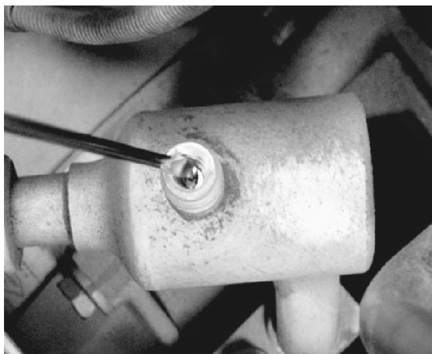
图 6-39　被腐蚀的蒸发器

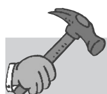


6-466　如何正确使用与维护空调压力测试口？

在空调的高低压管路上，分别装有一个既可以测试空调制冷管路压力也可以充放制冷剂的压力测试口。测试口上装有一个与轮胎气门芯结构相同的单向阀，如果单向阀密封不严，管路中的制冷剂就会泄漏，造成空调系统无法制冷。为了杜绝这种现象的发生，首先应确保测试口上的塑料密封帽牢靠地旋紧在测试口上端，如果塑料密封帽失落，应及时补装，否则测试口内会积聚污物和杂质，不仅会造成单向阀密封不严，同时也会影响测试口的正常使

用。如果空调不制冷，简单的方法就是**拧开测试口的塑料密封帽，用干净、细长的螺钉旋具轻轻按压单向阀（图6-40），如果制冷剂充足，白雾状的制冷剂会喷出，如果制冷剂没有溢出，就说明空调管路内的制冷剂已经漏光了**。当然，即使管路中有制冷剂也不能代表系统没有泄漏，除了前面提及的管路接口O形圈、铝制管路、冷凝器等部分之外，对测试口中单向阀密封性的检查也是必不可少的。简单的方法就是向测试口中倒些肥皂水，如果没有肥皂泡冒出，说明单向阀密封良好，反之，则应使用气门芯扳手对单向阀的旋紧程度进行校验，如果拧紧后仍然泄漏，就必须及时更换。


图6-40　按压单向阀检查制冷剂



6-467　如何预防汽车空调采暖系统的故障？

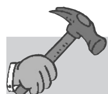
目前，除了大型客车多采用独立热源采暖系统外，中小型车辆都普遍使用冷却液采暖系统，即利用发动机冷却系统的热量进行采暖，所以，只要保证发动机的冷却系统性能正常，通常采暖功能都会得到保障。**汽车不采暖的故障主要源于两个方面，一个是冷却液缺失，另一个是冷却液不循环**。冷却液不循环通常是由于水泵故障造成的，其内部泵轮卡死或脱落的症状很难预见。所以，防患于未然的办法就是依据保养周期要求，按时检查和更换水泵，特别是采用塑料泵轮的水泵，一般在更换发动机正时带的同时，应将水泵一并换掉。

造成冷却液缺失的原因可分为发动机内部泄漏和外部管路泄漏两方面。内部泄漏是由于发动机的气缸垫、气缸盖、气缸体内部水道裂纹或穿漏而导致冷却液进入燃烧室被烧掉，并形成白色的蒸汽由排气管排出。冷却液内部泄漏在程度较轻的情况下症状是不宜被察觉的，如果每过一段时间冷却液液位就有所下降，在确认外部冷却液流通部件及管路密封良好的前提下，就应该怀疑是否是内部泄漏的问题了。对于汽油发动机，一种常用的检查方法就是拆卸火花塞，观察并比较各气缸火花塞电极的颜色，如果某一气缸存在“烧”冷却液的情况，那么，该缸火花塞中心电极上的绝缘体会被洗刷成原本的白色，并且中心电极和侧电极也很干净（正常情况下，电极上都会或多或少地附着一些积炭）。这种情况下，只能及时拆卸缸盖进行具体渗漏部位的检查和修复了。

相较内部泄漏而言，对外部泄漏的检查就直观多了。外部泄漏主要是指发动机冷却系统在发动机本体外的管路或部件上发生的泄漏，包括散热器盖、散热器、水管、水泵和暖风水箱等。在这些部件中，除暖风水箱不能直接检查外，其他的部件都可以通过定期检查以预防冷却液的泄漏。例如，散热器盖的橡胶密封垫老化或破损，散热器上的加注口产生腐蚀缺口，散热器的水槽出现裂纹或渗漏，水管变得硬脆，海绵状或是鼓包，水泵上的泄漏观察孔有水迹或水垢存在等，当发现上述任何一种情况时，都应及时更换对应的同型号部件。尽管暖风水箱无法直观检查，但如果在开启暖风时，车内风窗玻璃上出现明显的“哈气”并伴随冷却液的气味，那么基本可以确定是暖风水箱泄漏，必须及时更换。另外，定期更换冷却



液也是延长冷却系统部件使用寿命、降低冷却液泄漏概率、保障采暖功能正常的基础工作之一。



6-468　如何预防空调通风系统的故障？

汽车空调的通风系统主要由空调滤芯、鼓风机、通风管路、气源门（用于切换内、外循环）、温度门（用于调整出风温度）、风向转换门以及控制面板等组成。**该系统常见的故障主要有两个，一个是风道异味，另一个是出风量异常。**例如，在夏天经常有一些车主抱怨空调不够凉。经过试验发现，之所以感到空调不凉，其实是出风量不足造成的。鼓风机已经开到了最高档，声音也很大，但出风量却很小，这是典型的空调滤芯堵塞的症状，但并不是所有的空调滤芯堵塞都会造成这种现象。

在图 6-41a 所示的空调通风系统布置形式中，如果空调滤芯堵塞，在开启内循环时，出风量是可以保证的，而开启外循环时，通风则受阻；在图 6-41b 所示的空调通风系统布置形式中，只要空调滤芯堵塞，无论开启内循环还是外循环，通风均受阻。可见，过脏的空调滤芯（图 6-42）是造成空调出风量小的罪魁祸首，同时，它也是引发风道滋生霉菌、产生异味的原因之一。

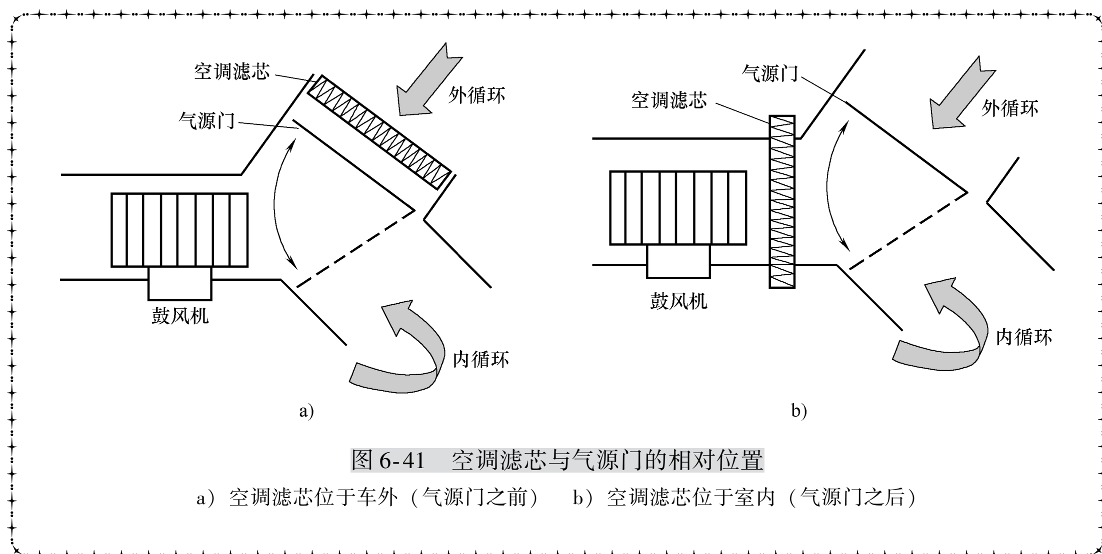


图 6-41　空调滤芯与气源门的相对位置

a）空调滤芯位于车外（气源门之前）　b）空调滤芯位于室内（气源门之后）

空调滤芯是车内、外空气进入空调通风管道的重要净化屏障，之所以会出现严重堵塞的情况，除了不及时检查和清理滤芯之外，另一个重要原因就是对空调通风系统的使用不够科学。我们都知道，为了保持室内空气清新，空调应该多开外循环，但是，当遇到车外尘土飞扬的时候，则应该将空调切换至内循环，这样，鼓风机只是将室内的空气引入风道进行通风循环。在图 6-41a 所示通风装置的布置形式中，空调滤芯所在的位置没有鼓风机强大的气流通过，就会大大减少尘土在滤芯上的附着量，有利于空调滤芯的清洁；同样，在图 6-41b 所示通风装置的布置形式中，尽管内循环时气流依然要穿过空调滤芯，但由于室内的空气相对干净，所以也有利于延长空调滤芯的使用周期。

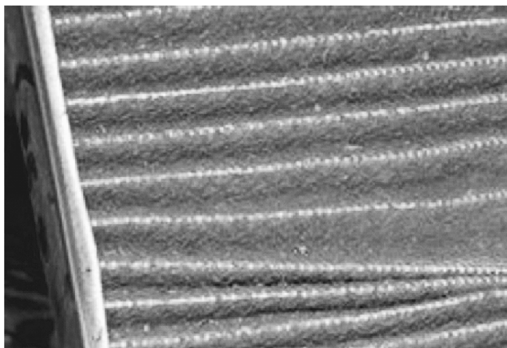
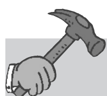


图 6-42　脏污的空调滤芯

第 7 章

汽车空调故障检修实例问答



7-469 如何排除奥迪 A6L 空调不制冷故障？

（1）**故障现象**　一辆 2006 年产奥迪 A6L 2.0T 轿车，配备全自动空调，行驶里程为 128490km，因空调不工作来厂检修。

（2）**故障诊断**　接车后，首先连接空调系统压力表测量高低压管路压力，发现制冷剂的压力已经符合压力标准。因空调面板工作正常，判断空调控制器熔丝未损坏（如果熔丝熔断则空调面板无指示）。

连接故障诊断仪 VAS5053 进入 08-空调/暖风系统读取故障信息，发现故障码：01232——空调压缩机调节阀（N280）开路或对正极短路（图 7-1），且该故障码无法清除。



图 7-1　读取的故障码 01232

拆下发动机底护板，查看空调压缩机调节阀 N280，发现该插头没有插牢固，重新拔插该插头，发现故障码变为偶发。清除该故障码后，开空调试机，空调仍然不制冷，再次读取故障码存储器，没有故障码存储。

读取测量数据块，结果如图 7-2 所示。从显示的数据来看，空调压缩机上的调节阀上已经有电流流过，并且从第 2 区可以看出调节压缩机调节阀的脉冲占空比为 70%。那么空调为什么不制冷呢？询问车主得知，该车的压缩机是一个月前新换的，自从出现不制冷现象后就去别的维修站检查，但没有检查出故障原因。根据数据流的数值，可以判断空调压缩机已经工作，但仿佛空调压缩机功率不足。从压力表的读数来看，不像是拉缸造成的故障（如果拉缸，压力表的数值会产生变化）。



图 7-2　读取空调系统测量数据块

该车的空调压缩机未设电磁离合器，而由发动机附件传动带直接驱动，与发动机一起工作。该压缩机靠外部的调节阀 N280 来调节内部的压力状况，空调控制单元根据室外温度传感器、室内温度传感器以及制冷剂压力传感器的信号变化，对调节阀进行脉宽可调的占空比控制，实现了空调压缩机电磁阀的无级驱动，以达到空调压缩机功率的线性控制。如果空调压缩机调节阀损坏，那么相关控制单元内势必会存储相应的故障码，并且从数据流中也看不到工作电流和可调占空比控制参数。这说明该车空调电路系统没有故障，那么故障应存在于机械部分。

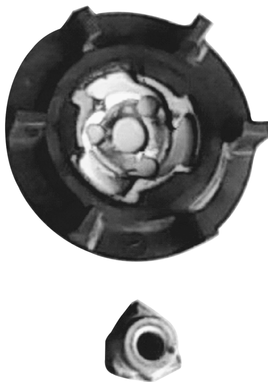


图 7-3　断裂的空调压缩机驱动盘

于是查看空调压缩机带轮，发现在起动的时候，空调压缩机带轮运转，但空调压缩机的轴不转。将其拆下后发现，空调压缩机驱动轮与空调压缩机轴所连接的驱动盘发生断裂（图 7-3）。

（3）**故障排除**　为了判断该空调压缩机驱动盘是否

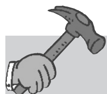


由于空调压缩机内部过载而发生断裂，将空调压缩机拆下，发现里面并无杂质，用手转动空调压缩机轴很自如，仔细查看，发现该空调压缩机非正规厂家生产，于是更换新的原厂压缩机驱动盘。重新灌注制冷剂，试机发现空调制冷效果非常好，故障彻底排除。

（4）**维修总结**　目前新款奥迪 A6 的空调压缩机全部采用变排量压缩机，功率可以实现无级调节，该压缩机具有 2 种保护装置：过载保护装置和制冷剂泄漏保护装置。

空调压缩机带轮内部置有过载保护装置，它与驱动盘之间靠橡胶块连接，橡胶块具有缓冲效应。如果一旦发生过载，橡胶缓冲块先损坏，从而切断空调压缩机带轮与驱动盘的连接，带轮将会无阻碍地运转，避免了传动带及发动机部件的损坏。

空调控制单元 J255 根据制冷剂压力和温度传感器 G395 的信号来检测可能会发生的制冷剂泄漏现象，若发生泄漏，制冷功能将被关闭，避免因无制冷剂而造成压缩机损坏。



7-470　如何排除别克轿车空调不制冷故障？

（1）**故障现象**　一辆 2001 款别克 GS 轿车，累计行驶 17.2 万 km，车主反映该车空调不制冷。

（2）**故障诊断**　接通点火开关，接通空调控制面板上的空调开关，发现空调面板上不显示空调压缩机吸合的图标，而且鼓风机也不运转。使用 TECH 2 控制空调压缩机，该压缩机电磁离合器能正常吸合。使用 TECH 2 观察空调压力开关的电压值，在标准范围内。连接空调歧管压力计组测量空调系统压力，也在正常范围内，由此断定空调制冷系统自身应没有问题，问题应出在其控制部分。

参照空调控制模块（HVAC）控制电路（图 7-4），拆下空调控制面板，接通点火开关，测量 C1 端子（与橙色导线相连）上的电压，为 8V，正常应为蓄电池电压，测量仪表板右侧熔丝盒内的 B1-B2 熔丝（25A），其上的电压也为 8V。由于该熔丝上的电源受点火开关控制，于是怀疑点火开关内部触点虚接。

拆下转向柱护套，用万用表测量点火开关后部线束上的橙色导线，其上的电压为 8V，由此断定点火开关损坏。

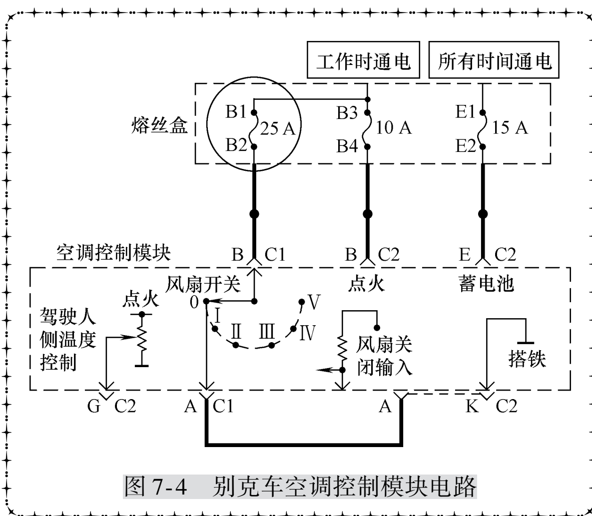
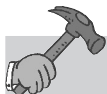


图 7-4　别克车空调控制模块电路

（3）**故障排除**　更换点火开关后，B1-B2 熔丝上的电压变为 12V，操作空调控制面板上的各开关，工作均恢复正常。



7-471　如何排除空调压缩机电磁离合器不吸合故障？

（1）**故障现象**　一辆 2002 年出厂的别克 GS 轿车，累计行驶了 10.5 万 km，出现开空调时空调压缩机电磁离合器不吸合的故障现象。

（2）**故障诊断**　首先进行基本检查。检查空调系统熔丝，没有熔断，而且连接可靠。

连接 TECH 2 检查动力系统控制模块（PCM）和空调控制模块（HAVC），均没有故障码储存。用 TECH 2 控制空调压缩机，其电磁离合器能够立即吸合，而且空调压缩机工作一段时间后，空调出风口的温度也基本正常。根据以上检查结果，可以断定空调系统制冷功能正常，于是将检查重点放在空调压缩机电磁离合器无法吸合上。

空调压缩机电磁离合器的吸合要满足以下条件：节气门开度小于 90%；发动机转速低于 4 700r/min；发动机冷却液温度低于 124℃，空调系统压力在 285～2700kPa；车外温度不低于 4℃。接通空调开关后，HAVC 通过 Class 2 数据线发送空调请求信号给 PCM，如果连接在 Class 2 数据线上的控制单元出现了故障，PCM 会储存相应的故障码。因为 PCM 没有故障码储存，所以就先检查了空调压力开关和车外温度传感器。用 TECH 2 读取空调系统数据流，在不起动发动机的情况下，空调系统的压力为 510kPa，空调压力传感器的信号电压为 1.0V，正常。连接空调歧管压力计组，读取的空调系统压力值与 TECH 2 上的显示数据一致。用 TECH 2 观察车外温度传感器的数据，却显示为 –38℃，检查空调控制面板上显示的车外温度也是 –38℃，这是不正常的。查阅车外温度传感器控制电路（图 7-5），测量车外温度传感器的电阻，当环境温度为 5～10℃ 时为 12kΩ，符合标准。测量车外温度传感器导线插接器的端子 A 和端子 B 间的电压，为 5V，也正常。根据以上各步检查结果，认为导致车外温度传感器失准的可能因素只剩下车外温度传感器和 HAVC 相连的相关线束了。

正常情况下，当车外温度传感器线路出现断路或短路故障时，将设置故障码，HAVC 便使用 9℃ 作为室外温度的替代值，并允许空调继电器继续工作。当车内温度传感器出现断路或短路故障时，HAVC 使用 24℃ 作为车内温度的替代值，并允许空调继电器继续工作。现在该车显示车外温度为 –38℃，说明车外温度传感器线路并未断路，而是线路电阻过大。断开车外温度传感器导线侧插接器后，起动发动机并接通空调开关，发现空调压缩机电磁离合器依旧不吸合。再次用 TECH 2 查看空调系统的数据流，发现依旧显示室外温度为 –38℃。从图 7-5 中可以看出，车外温度传感器的线路上有 1 个 C120 线束插接器，该插接器位于蓄电池旁。接着检查 C120 线束插接器，拆下蓄电池后发现，C120 线束插接器已经被从蓄电池流出的电解液严重腐蚀了，看来问题就出在此处。分析认为，该插接器严重腐蚀后，导致车外温度传感器线路电阻过大，PCM 误以为车外温度过低，于是就禁止空调压缩机工作。

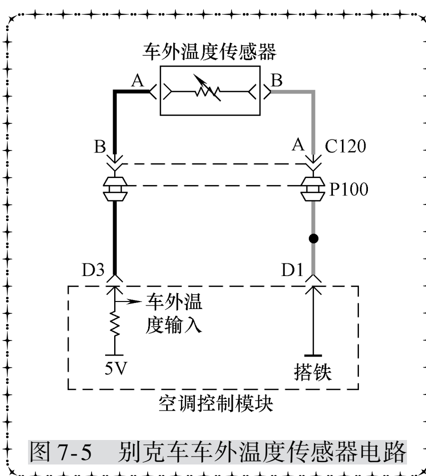
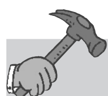


图 7-5　别克车车外温度传感器电路

（3）**故障排除**　更换 C120 线束插接器后试车，空调压缩机电磁离合器能够正常吸合，但空调控制面板上依旧显示室外温度为 –38℃。查阅维修手册得知，只有在以下条件下空调控制面板上显示的温度才能发生变化：轿车以 32km/h 行驶 0.5min 或以 72km/h 行驶 1min 后，空调控制面板上的温度显示值刷新 1 次；轿车使用时间超过 3h 后再次起动，空调控制面板上将会显示当前的环境温度，而使用时间低于 3h 将显示前次运行时的环境温度值；当环境温度下降到低于前次运行时的环境温度，则空调控制面板上的环境温度显示值会及时更新。该车使用一段时间后，空调控制面板上的车外温度显示值恢复正常。至此上述故障排除。



7-472　如何排除别克新世纪轿车冷却液温度过高故障？

（1）**故障现象**　一辆别克新世纪轿车，行驶里程 8 万 km，其故障现象为冷却液温度过高，冷却液温度表指针指示到红色区域。

（2）**故障诊断**　从发动机室整体来看，此车应该是一辆刚竣工的事故车。因为在接修此车时冷却液温度已经接近红区，发动机已经过热，所以先关闭了发动机。

首先用专用检测仪 TECH 2 驱动冷却风扇，以便观察左/右侧风扇的高、低速运转是否正常，结果发现右侧风扇旋转正常，但左侧风扇不论高速、低速均有时转有时不转。为了检验左侧风扇电动机是否有故障，给左侧风扇直接供 12V 电压和负极搭铁线，结果风扇运转正常，因此排除了风扇电动机故障的可能性。把故障锁定在左侧风扇电路上。

该车冷却风扇控制电路如图 7-6 所示。由电路图可以明显看出，当 PCM 控制“低速风扇控制”线搭铁时，两个风扇电动机串联连接，实现风扇的低速运转；而 PCM 同时控制“低速风扇控制”线和“高速风扇控制”线搭铁时，两个风扇电动机并联连接，实现风扇的高速运转。

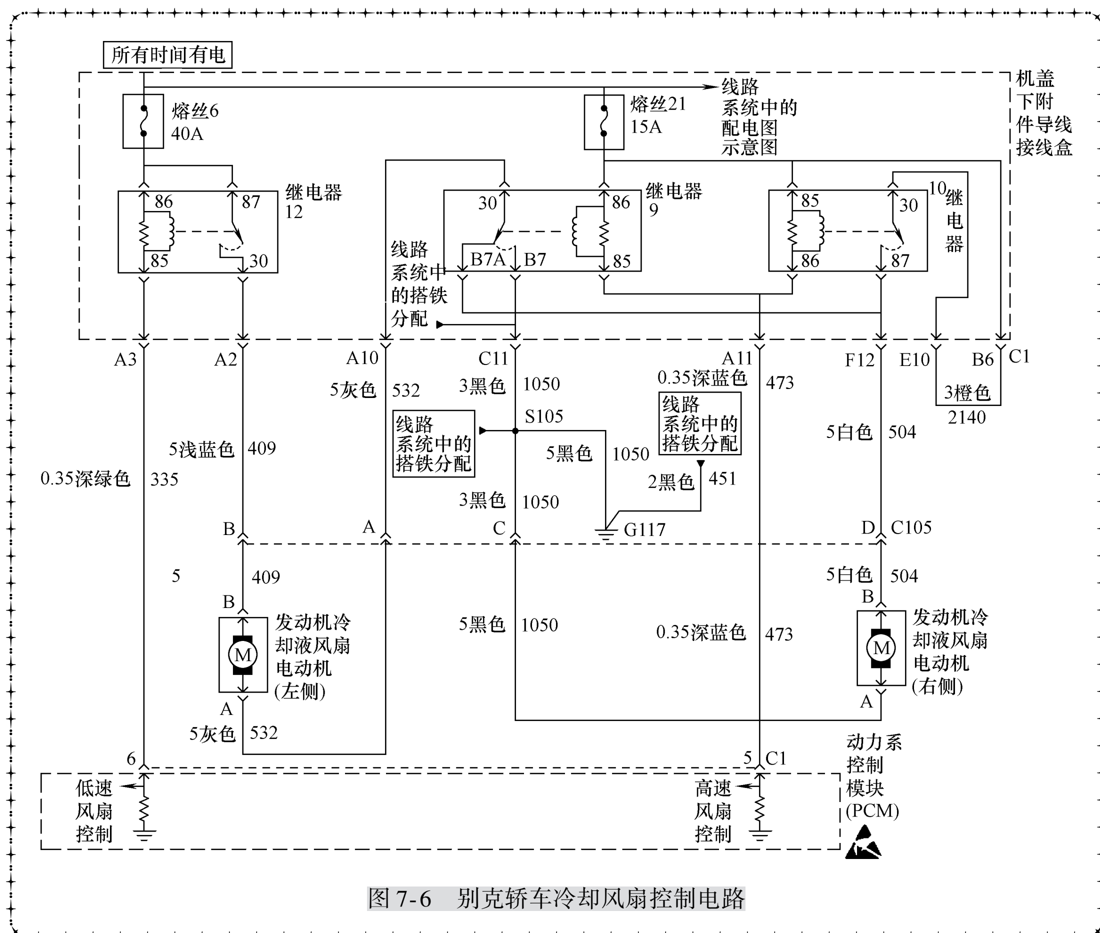


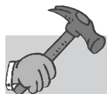
图 7-6　别克轿车冷却风扇控制电路

用 TECH 2 驱动冷却风扇高速旋转，测量左侧风扇插头两端的电压，在 2～5V 之间变化不定，测量右侧风扇的电压为 12V。检查风扇线束与车身线束的连接插头，发现 C105 处的灰色线与浅蓝色线端子已严重烧蚀，插座塑料件也已熔化变形。用两根粗导线不经过 C105 插头直接短接浅蓝色线和灰色线，风扇转速略有升高，但故障仍不能排除。此时测量左侧风扇两端的电压略有升高，变为 7～9V。由此看来，线路的其他部分肯定还存在故障。

用 TECH 2 驱动冷却风扇高速运转，同时用万用表测量插头 C105 发动机线束侧的浅蓝色线与搭铁之间的电压为 12V，灰色线与搭铁之间的电压为 9V，说明灰色线 532 电路搭铁不良。更换继电器 9 无效后，拆下继电器盒，从背面拆下插头，发现 C11 端子严重烧蚀，继电器盒及相应端子已变形，灰色线的线皮被烧熔。打磨、清理并固定继电器盒背面的插座和端子后装复，用 TECH 2 驱动冷却风扇运转，左侧风扇高速时的运转情况正常，但冷却液温度仍然很高。

再次对冷却风扇进行仔细检查，发现左侧风扇转速虽然正常，但风量不大，并且此风扇不是朝着发动机的方向吹风，而是朝着散热器的方向吹风。再仔细观察风扇的旋转方向，发现两个风扇朝一个方向旋转。至此，故障的根本原因才真正找到，肯定是风扇电动机的两根线在某处被接反了。因为为了保证风扇起动、运转平稳，厂家在设计时使两个冷却风扇的旋转方向相反（风向相同）。

（3）**故障排除**　进一步检查线路，发现冷却风扇线束中有灰色线与浅蓝色线被切断后又重新焊接起来的痕迹，对调这两根线后试车，故障排除。分析导线被接反的原因，可能是这两根线被切断后再连接时，由于导线褪色不易区分，修理工便根据右侧风扇的旋转方向连接了左侧风扇的线束，这样恰好接反了，造成左侧风扇反转，向前吹风，使得风扇的运转阻力增大，电流增大，并由此烧损了 C105 和 C11 插接件。



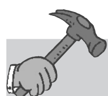
7-473　如何排除奥迪 A6 轿车空调制冷效果差故障？

（1）**故障现象**　一辆行驶了 2.5 万 km 的奥迪 A6 轿车，其空调系统运行时，压缩机工作 2～3min 电磁离合器就分离，再过 4～5min 后，电磁离合器又接合，并且制冷效果极差，但出风口的风量正常。

（2）**故障诊断与排除**　首先进行常规检测，用万用表测量电磁离合器线圈电阻为 3.4Ω，正常。用外接 12V 电源强行使压缩机工作，同时用歧管压力计测量高、低压侧的压力，测量结果高压侧压力为 1513kPa、低压侧压力为 186kPa，均正常。检查恒温器也正常。上述检测项目均正常，说明制冷系统中的直接控制元件无故障。接下来，在压缩机运行过程中测量离合器刚分离时发动机冷却液的温度，测量结果冷却液温度为 110℃。检查冷却液温度传感器，发现冷却液温度传感器失灵。更换新的冷却液温度传感器后，故障现象消失。

（3）**维修总结**　空调压缩机断续工作，通常是由制冷系统直接控制元件故障引发的，因此在分析排除故障过程中，忽视了发动机冷却液温度及其传感器对制冷系统的影响。在本例故障中，奥迪 A6 轿车发动机冷却液温度超过 120℃或冷却液温度传感器失灵报警时，空调电控单元会使空调自动停止工作，待冷却液温度为 115℃时，压缩机又会重新恢复工作，从而造成该车空调制冷效果差的故障现象。





7-474 如何排除捷达轿车空调不工作故障？

（1）故障现象 一辆2006 款捷达轿车，配备 GIF-3BJG 型发动机，该车空调压缩机不工作。

（2）故障诊断 空调压缩机不工作的原因主要有三种：①制冷系统内缺少或无制冷剂；②压缩机本体损坏；③压缩机吸合电控系统故障。

通过高压充注阀放出少量气/液体，证实为 R134a 制冷剂。测量高、低压力均正常，因而排除了缺少或无制冷剂的可能性。拔下空调压缩机电磁离合器插头，测量怠速时开空调状态下的电压，结果无电压输出，说明故障在空调电控系统上。2004 款以后的捷达轿车均采用新的空调电控系统，减少了空调继电器线束的布置，更多地借助了发动机控制单元的控制功能。

由发动机空调控制系统电路图（图 7-7）可知，发动机控制单元 J220 接收各传感器的信号并进行分析处理后，输出相应的信号电压，传递至空调继电器 J293。

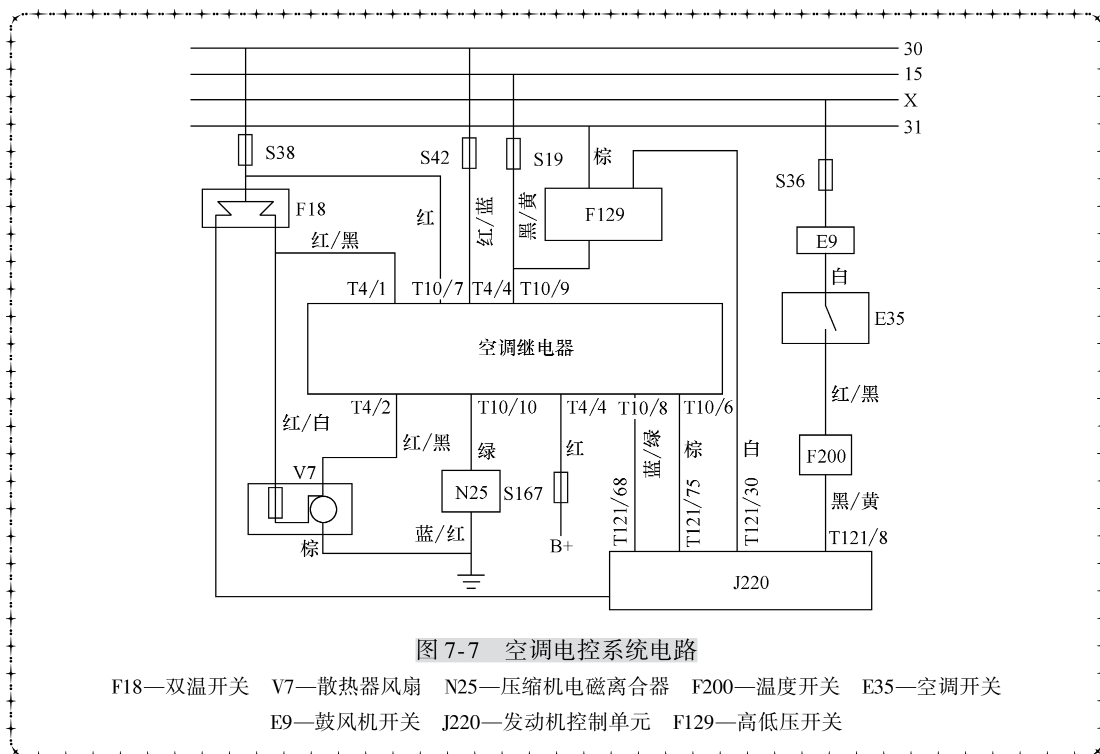


图 7-7 空调电控系统电路

F18—双温开关 V7—散热器风扇 N25—压缩机电磁离合器 F200—温度开关 E35—空调开关 E9—鼓风机开关 J220—发动机控制单元 F129—高低压开关

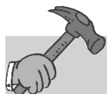
值得注意的是，J220 是通过搭铁来控制压缩机电磁离合器吸合的，搭铁信号同时也控制空调低速运转，这一点与 2004 款以前车型的电控系统线路有所不同。根据维修经验和先简后繁的原则，首先测量给 J220 传递信号的外部温度开关 F200 的线路。拔下 F200 的插头，测得红/黑色线端在打开空调开关时的电压为 12V。再测量给 J220 传递信号的第二条线路。拔下高、低压开关，测量其供电和搭铁均正常，静态时高、低压开关的输出电压为 2. 2V。

经以上初步检查，各传感器线路正常。

卸下冷却液壶，拆下空调继电器 J293，用插针法同时对其控制压缩机的信号输出端 T10/10（绿色线）和来自发动机控制单元 J220 的信号输入端 T10/8（蓝/绿色线）的供电状况进行检查。在怠速时打开空调开关，测量输入端 T10/8 的电压为 14V（发电机电压），风扇低速起动时电压下降为 0.2V，但此时空调继电器的压缩机信号输出端 T10/10 无电压输出。

检测结果表明，各传感器控制线路正常，空调继电器已获知发动机控制单元发出的压缩机吸合的指令，但指令不能输出，显然是空调继电器内部电路或继电器外部的供电/搭铁线路出现故障。检查空调继电器各供电线，T4/4（红色线，4.0）由 S167 供电，正常；T4/3（红色线，2.5）由 S42 供电，正常；T10/7（红色线，1.0）由 S38 供电，正常；T10/9（黑/黄色线，0.5）由 S19 供电，也正常。上述检查说明空调继电器损坏。

（3）**故障排除**　更换空调继电器（零件号：L1GD919 506 C），压缩机工作恢复正常，故障排除。



7-475 如何排除奥德赛车空调间歇不制冷故障？

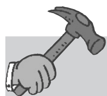
（1）**故障现象**　一辆 2002 款本田奥德赛车，累计行驶里程 13 万 km，最近出现空调间歇不制冷的情况。

（2）**故障诊断**　据驾驶人反映，上述故障不易再现，只有在高速公路连续行驶 100km 以上时才有可能出现空调不制冷的现象。故障出现时出风口无风吹出，空调低压管结霜，但可以听到鼓风机运转的声音，如果继续行驶约 15min 空调又会制冷；曾在空调不制冷时查看制冷系统，发现空调低压管结霜较多，停车几分钟结霜融化后，起动发动机接通空调制冷开关则制冷效果良好，假如该车不高速行驶则制冷正常，原地长时间开空调，也不会出现上述故障。驾驶人还反映，上述故障近期才出现，原来有制冷效果不好，制冷剂不足的故障，添加制冷剂后，制冷效果很好，但是在一次执行长途任务途中发现空调有时会不制冷。

根据以上情况，首先对空调系统压力进行检测，低压压力为 0.22MPa，高压压力为 1.8MPa；将发动机转速提高到 2000r/min，高低压压力分别为 2.5MPa 和 0.14MPa，压力基本正常。由此分析认为，产生该故障的原因有：一是制冷剂中有水分；二是蒸发器温度传感器不良。于是将该制冷剂全部排出，抽真空后重新加注品质良好的制冷剂 950g（标准量），把冷凝器和散热器外部用水冲洗干净后到高速公路上试车，并用电子温度计测中央出风口温度，最低温度达 2.9℃，连续行驶 106km 后，上述故障出现了，这说明故障原因不是制冷剂造成的。此时打开发动机罩，发现空调压缩机电磁离合器仍处于吸合状态。由此分析认为，该车空调间歇不制冷的原因是空调压缩机长时间连续工作所致的（空调压缩机不停机）。

（3）**故障排除**　空调压缩机电磁离合器的工作与冷却液温度、空调系统压力开关、蒸发器温度传感器和发动机转速有关。由该车的故障症状，感觉是蒸发器温度传感器不良，于是换上一个空调系统运行正常的同型车的蒸发器温度传感器试车，故障依旧。通过分析其控制原理，决定测量该传感器的电阻，由其电阻随温度变化的曲线图可以看出，30℃时为 1200Ω 左右，0℃时为 4800Ω 左右，3℃时为 4000Ω 左右。于是在该传感器的线路上串接了 650Ω 的电阻后试车，一般道路出风口最低温度是 6.5～7.4℃，在高速公路上试车 120km，

未见故障出现，交车后电话回访用户，空调制冷正常，上述故障排除。



7-476 如何排除奥迪 A8 车接通空调后左前出风口吹出热风故障？

（1）**故障现象**　一辆排量为 3.0L 的奥迪 A8 D3 轿车，接通空调后行驶一段时间，左前出风口不定时吹出热风，但其他出风口正常，重新起动后故障现象基本消失。

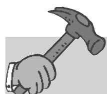
（2）**故障诊断**　该车空调系统采用 4 区控制，驾驶人和乘员都可以将车内的温度调节到他们各自期望的温度。该功能的实现与各区出风口的温度传感器（反馈信号）和各区的空调翻板伺服电动机（执行元件）有关。用 VAS5051 读故障码，空调控制单元内无故障码。

根据原理分析，只是单个出风口温度不一样，很可能是以下两个原因造成：左侧伺服电动机（V158）有时调节失灵；左侧出风口温度传感器（G150）信号有时错误。

检查 V158，排除了其出现故障的可能。接着检测左侧出风口的温度传感器的信号值。把 4 个区的空调温度设为 22℃，并将空调设在 AUTO 档，用 VAS5051 读数据流，结果发现 017 数据块中温度传感器的信号值有差别，左侧出风口温度传感器（G150）的显示值在 12℃不变，右侧出风口温度传感器（G151）的显示值是 21℃，中间出风口温度传感器（G191）的显示值是 23℃。

根据数据块的显示，2 区和 3 区的温度传感器的信号值显示属于正常，都接近空调开关的设定值。1 区显示的左侧出风口温度值是 12℃，明显偏低。该信号传给空调控制单元后，空调控制单元认为该出风口的温度调节过低，就会调节 V158，让左侧的出风口温度升高，于是左侧出风口便吹出热风，而实际上左侧出风口的温度并不高。

（3）**故障排除**　更换左侧出风口温度传感器（G150），完毕后试车，故障排除。



7-477 如何排除宝马车发动机温度过高故障？

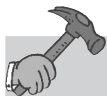
（1）**故障现象**　一辆宝马迷你（MINI）轿车，累计行驶 2 万 km，在行驶中出现发动机温度过高，电子风扇持续高速运转的现象。

（2）**故障诊断**　据车主反映，该车前天下午就出现冷却液温度指示过高的现象，第二天将发动机起动着机后仅几分钟，冷却液温度表就显示发动机温度过高了，当时用手触摸散热器的上、下水管，感觉是微热，反而感觉发动机还没达到正常工作温度。承修该车后，首先用 GT1 故障检测仪检测，发动机电控单元（DME）中没有故障码储存。读取数据流发现，发动机冷却液的温度为 81℃（该车散热器出水口上没有冷却液温度传感器，所以无法通过温度差来判定节温器的工作情况）；因为此时电子风扇处于高速运转状态，读取了空调控制单元内的制冷剂压力，为 0.6MPa，正常。根据维修经验，发动机经过长时间的运转，冷却液温度指示过高，但散热器上、下水管的温度都很低，一般都是冷却液泵出现故障引起的，此时没过多考虑冷却液温度传感器指示的温度和冷却液温度指示表指示的温度差值，就拆下冷却液泵检查，并未发现冷却液泵叶轮打滑或断裂的痕迹。

那么究竟是什么原因造成发动机温度指示过高，电子风扇持续高速运转呢？通过分析该车冷却系统控制原理，在空调系统压力正常的情况下，发动机 DME 只能依靠两线式负温度

系数冷却液温度传感器来感知发动机的温度，所以只有当冷却液温度传感器出现故障时，才有可能造成发动机实际温度偏低，而仪表却指示发动机温度过高的现象。拆下气缸盖后侧的冷却液温度传感器，测量其电阻为 510Ω。由于不知道该传感器的标准值范围，无奈之下只能更换了该冷却液温度传感器，而后试车发现上述故障现象消失了。

（3）**维修总结** 上述现象产生的真正原因是由于冷却液温度传感器故障，造成对冷却液温度信号反应过慢，使得发动机的暖机时间超过了规定的最大极限，于是发动机就进入了预先设定的紧急运行模式，以致发动机实际温度一直不能升高。在实际排故过程中，忽略了冷却液温度传感器显示的温度与仪表指示的冷却液温度之间差值的这个细节，导致走了很多弯路。



7-478 如何排除瑞风车空调电路接错故障？

（1）**故障现象** 一辆 2003 年 HFC 6470A 瑞风车，因空调 A/C 开关按下后无反应（不制冷）来报修。此车装配韩国原装 G4JS 2. 4L 电控汽油发动机和手动变速器，已行驶 18. 4 万 km。

在行车过程中，接通前风机开关及 A/C 开关后，空调不仅不制冷，A/C 开关上面的指示灯也不亮，查看驾驶室熔丝盒发现 A/C 熔丝（10A）已熔断，换上一新的熔丝后仍然熔断。

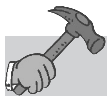
（2）**故障诊断** 接车后，首先对故障现象进行了验证，确如驾驶人所述，查看 A/C 熔丝已熔断。为了查找故障根源，打开全车电器开关进行验证，经检查发现当组合开关接至 1 档（PARK）小灯状态时，A/C 开关指示灯竟然能够点亮。由此可以判断该车小灯线路与空调线路之间可能有窜线现象，另外还发现一疑点，该车原装 CD 机已被改为另外一个品牌的 CD 机。

考虑到改装过 CD 机，必须要拆装仪表台控制面板，拔掉仪表面板上的各用电器插接器（前、后雾灯开关，后窗加热开关，危险警告灯开关，前风机开关，A/C 开关，后鼓风机主开关等），才能将 CD 机拆下。

瑞风车仪表台面板用电器插接器很多都相似，一般维修人员很容易将所拔插接器方位插错，插错后将出现各种各样的故障现象。

（3）**故障排除** 经驾驶人同意，拆下仪表台面板后发现 A/C 开关 6 针插接器与前雾灯 6 针插接器相互插错，将两插接器换位后，换上 A/C 熔丝（10A），然后起动发动机，打开前风机开关及 A/C 开关，空调压缩机及冷凝风扇开始工作，且空调制冷效果很好。

（4）**维修总结** 该故障案例可以说是人为故障，主要原因是维修人员没有维修经验及责任心，在拆装 CD 机前不注意观察仪表面板各功能开关与插接器之间是否有明显记号。如果维修人员在拆装时稍加注意就会发现各插接器线束与各功能开关上都贴有不同标识的胶带，而且各插接器线束的长度也不一样。



7-479 如何排除桑塔纳 3000 轿车空调制冷效果不良故障？

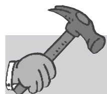
（1）**故障现象** 一辆桑塔纳 3000 轿车，采用 AYJ 1. 8L 发动机和自动空调系统，出现



空调制冷效果不良的现象。

（2）**故障诊断**　首先验证故障现象。起动发动机，接通空调制冷开关，空调压缩机电磁离合器能吸合，电子风扇能正常运转，用手触摸空调低压管，感觉很凉。把手放到出风口前只能感觉到微微的凉意，制冷效果不良。分析认为空调压缩机工作正常。调节鼓风机档位开关，有高、低速档，排除鼓风机有故障的可能。检查空调高低压侧的压力，也正常。考虑到该车使用自动空调系统，使用内循环模式制冷效果要好于外循环模式，用手切换内、外循环模式，屏幕显示能够切换，于是分别在不同模式下检查空调制冷效果，却并无差异，怀疑内外循环电动机或控制线路有故障（内外循环电动机配件号为33D 907 511），但更换内外循环电动机后故障依旧。拆下该电动机后插上导线侧插接器，一人在车内切换模式开关，一人观察电动机，反复切换，发现该电动机不工作。接着查阅该车空调系统电路图。根据电路图，首先测量电动机的搭铁线，没有问题；测量表明其6针插接器的端子5上有5V电压，再测量其端子1，无电压（该端子为内外循环电动机供电，空调压缩机工作后其上的电压应为12V）。将发动机熄火后从蓄电池正极端接一条线给该插接器端子1，而后再起动发动机，接通空调制冷开关，观察内外循环电动机，结果工作正常。遂装好内外循环电动机，将空调切换到内循环模式，用手感觉出风口温度，很凉，用温度计测量出风口温度，约为5.3℃，正常。

（3）**故障排除**　更换空调内外循环电动机线束后，上述故障彻底排除。

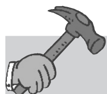


7-480　如何排除斯柯达昊锐轿车冷却液温度过高、制冷效果不良故障？

（1）**故障现象**　一辆斯柯达昊锐轿车，搭载2.8 L V6发动机，采用自动空调系统，出现冷却液温度过高，空调时有时无，制冷效果不良的现象。

（2）**故障诊断**　由于是热机，起动发动机，接通空调制冷开关，空调压缩机电磁离合器吸合。在车内观察冷却液温度表，冷却液温度直线上升，即将超过红线时，空调压缩机停机，再观察冷却液温度，好像又降了一点。将发动机熄火检查，用手触摸发动机散热器上、下水管的方法排除了散热器和节温器有故障的可能，再测量电子风扇电动机电阻，正常。于是查阅电路图，该车的空调系统电路和帕萨特B5车（采用2.8L V6发动机）一样，都是由风扇控制器控制电子风扇的。为检查该控制器工作是否正常，拔下风扇控制器与电子风扇间的导线插接器后，用试灯代替电子风扇，起动发动机，接通空调制冷开关，空调压缩机吸合，加速后冷却液温度迅速升高，当冷却液温度达到一定值时，试灯点亮说明风扇控制器工作正常。据此判定为电子风扇本身有故障，测量电子风扇的电阻，不在正常范围内，说明电子风扇确实有故障。

（3）**故障排除**　更换电子风扇后上述故障排除。



7-481　如何排除宝马X5空调工作不正常故障？

（1）**故障现象**　一辆2003年产宝马E53 X5 SUV，装备M62型发动机。据用户反映，将该车的空调设定为暖风，大约0.5h后仍然没有暖风吹出，此故障不是经常出现。

（2）**故障诊断**　首先着车怠速运转，打开空调暖风后可以正常工作，20min 后故障现象也没有出现。连接宝马专用故障诊断仪 GT1，查看空调系统没有故障信息存储，读取数据流也没有发现问题。

该车装备有自动恒温空调系统（IHKA），下面先简要了解空调系统的主要组成部件。

① 车内温度传感器：带有强制通风风扇（图 7-8），安装在空调控制面板内，该传感器测量由集成式强制通风风扇在车厢内吸取的空气的温度。

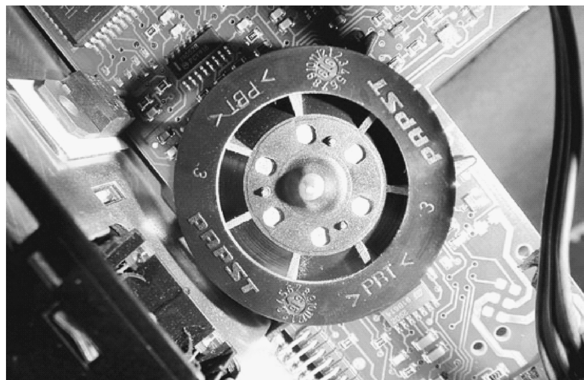


图 7-8　车内温度传感器的强制通风风扇

② 阳光传感器：安装在仪表板中部，探测外部存在的可能影响车内温度的光线或热源（如太阳光），该传感器只在空调自动模式下激活。

③ 车内自动循环控制传感器：安装在集风罩的上部，测量风扇侧面下降气流，识别发动机的 HC、CO 以及 NO_x 等有害物质的排放。

④ 雾气传感器：可以在空调自动模式下测量车厢内部和风窗玻璃内侧的空气相对湿度，它在雾气凝结到风窗玻璃之前自动识别可能的雾气。

⑤ 制冷剂压力传感器：安装在冷凝器和蒸发器之间的高压管路上。当系统压力过高时，空调控制单元根据传感器信号关闭压缩机。

⑥ 空调系统控制单元：与空调操作面板组成一个部件。

通过以上说明，对该车的空调系统有了简单了解，接下来进行故障检修。起动发动机，打开暖风并将温度设定为 20℃，大约 20min 后出风口开始吹出自然风。读取数据流，车内温度传感器测量值显示 20℃，但感觉这个数值高于车内的实际温度。拆下空调控制面板，观察车内温度传感器的强制通风风扇不转，用手轻敲风扇，风扇就开始转动了，此时出风口又吹出热风了，看来故障点找到了。



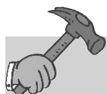
图 7-9　空调控制单元总成

（3）**故障排除**　由于强制通风风扇不能单独更换，于是只能更换空调控制单元总成（图 7-9）。更换后，空



调恢复正常工作。

（4）**维修总结**　由于车内温度控制是通过空调系统控制单元实现的，这种控制是以乘员设置的目标温度标准值和车内温度传感器上测量的车内温度实际值为基础，调节的是这两者之间的差值。所以当强制通风风扇不运转后，车内温度传感器测量的温度值就不是驾驶室内实际的温度值，而是控制面板内部的温度。控制面板内部有许多电子元件，工作时会散发出很多热量，这就导致控制面板内部的温度高于车舱内的实际温度，空调系统控制单元根据此时的车内温度传感器信号进行控制，就会导致出风口不吹暖风。



7-482　如何排除广州本田雅阁散热风扇长期运转故障？

（1）**故障现象**　一辆广州本田CG1雅阁3.0L轿车，用户反映该车散热风扇长期运转。

（2）**故障诊断**　接车后经试车确认，此车的散热风扇在发动机运转期间长转不停。广州本田雅阁CG1车型的散热风扇系统由散热器风扇电动机及继电器，冷凝器风扇电动机及继电器，2个发动机冷却液温度（ECT）开关A（图7-10）、B（开关B用于延时控制），以及散热风扇控制单元组成。散热风扇控制单元根据ECT开关提供的信号对2个散热风扇进行控制，以防止发动机过热。当发动机冷却液温度超过预定温度时，即使空调系统不处于工作状态，散热风扇控制单元仍然会激活冷凝器散热风扇运转。另外，即使点火开关断开，如果冷却液温度过高，散热风扇控制单元仍然会指令散热器散热风扇保持运转状态，直到冷却液温度降低到预定温度。



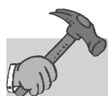
图7-10　发动机冷却液温度开关位置

在了解了该车散热风扇控制系统的工作原理后，着手对该车的故障进行检修。经观察发现，此时散热器、冷凝器风扇均在运转，但此时空调开关并未打开。在该车散热风扇长转时，先将ECT开关A的插头断开，但此时散热风扇依然运转，可以确定ECT开关A没有问题。由于ECT开关B用于散热风扇延时功能，且当该开关接通后应该只有散热器散热风扇运转，加之该开关插头安装在发动机的正时带侧不易拆装，故暂时未对它进行检查。根据该车散热风扇系统的控制原理可知，除了ECT开关A闭合后2个散热风扇会同时运转外，只有空调打开时才会出现2个散热风扇同时运转的情况。而此时可以确定空调处于关闭状态，

那么会不会是系统得到了错误的空调开启信号呢？

之后，连接故障诊断仪进行检测。经多次观察发现，只要散热风扇长转不停，发动机控制系统数据流中的“风扇控制”项就变为打开状态；一旦散热风扇工作正常，“风扇控制”项就显示为关闭状态。正常情况下，发动机控制系统数据流中的“风扇控制”项只有在开闭空调开关时才会变化，因为它是发动机控制单元用来控制散热风扇运转的。此时空调开关并没有打开，但发动机控制单元却控制散热风扇运转，那么故障原因只有2个：发动机控制单元本身出现故障或发动机控制单元接收到了错误的空调开启信号。通过进一步检查，空调开关正常，排除了控制单元接收错误信号的可能性，问题应该就出在发动机控制单元上。对该车发动机控制单元的供电、搭铁线路进行了检查，线路完全正常。于是，又找来相同车型的发动机控制单元进行替换，试车故障排除。

（3）**故障排除**　更换新的发动机控制单元后，故障排除。



7-483 如何排除帕萨特B5轿车自动空调系统无反应故障？

（1）**故障现象**　一辆上海帕萨特B5轿车，装备ANQ型4缸20气门发动机，行驶里程9000km。该车打开空调开关后空调系统无任何反应。

（2）**故障诊断与排除**　取下诊断系统插座，打开点火开关，利用VAG1551故障诊断仪对自动空调系统进行检测。输入地址码“08-自动空调系统”，结果无法进入，因而怀疑诊断仪本身出了问题，但将诊断仪与其他车辆连接一切正常。重新连接VAG1551，仍然不能进入自动空调系统。

关闭点火开关，检查熔丝，发现熔丝盒中的S5（10A）熔丝已经烧断。换上新的熔丝后，起动发动机并打开空调开关，熔丝又被烧断。更换空调系统控制单元，熔丝又被烧断。

找来相关电路图（图7-11），根据线路连接情况，先对压缩机压力开关进行替换试验，

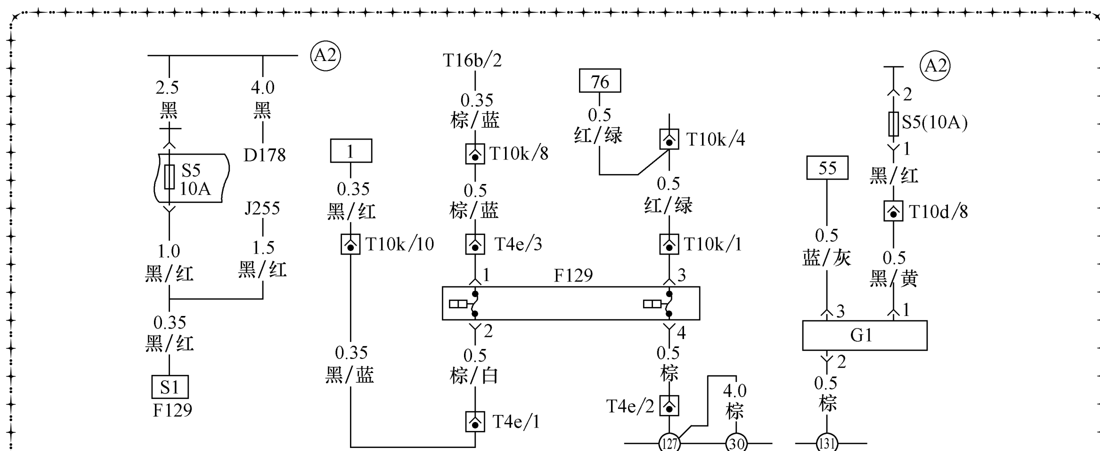


图7-11　相关电路图

D178—点火开关　F129—压缩机压力开关　J255—自动空调控制单元　G1—机油传感器　S5—熔丝　A2—正极连接线（端子插头在仪表板线束内，棕色，在仪表板下）　T10k/10—端子插头（黑色，在左侧A柱下）　127—搭铁连接点（在压缩机线束内）　30—搭铁点（在继电器板下）　131—搭铁连接点（在发动机线束内）

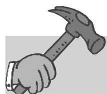


但故障依旧。由于已经更换过空调系统控制单元，并且没有效果，因此可以判定故障部位不在空调部分。电路图中的 A2 成为重点检查对象。

由电路图的注解可知，A2 为仪表板线束内的正极连接线，为了确定该线束是否存在问题，拆下仪表总成进行检查，发现自动空调系统和机油传感器的供电线路共用 S5（10A）熔丝，如图 7-11 所示。于是，拆下发动机油底壳护板，检查发现机油传感器线束插头与插座已烧蚀。

（3）故障排除 更换一套新的机油传感器及线束后，S5（10A）熔丝恢复正常，故障排除。

（4）维修总结 根据以往经验，新车空调出现故障往往是由于空调控制单元出了问题，因此在维修中走了一段弯路。故障排除后，车主猛然回忆起几天前曾跑过一趟山路，回来后又洗了一次车，不久就出现了这个故障。原来，该车的机油传感器插头与插座没有插好，恰巧洗车时插头内又进了水，造成机油传感器供电线路短路，导致机油传感器与自动空调系统供电线路共用的熔丝 S5（10A）烧断，引起空调系统不工作的故障。



7-484 如何排除圣达菲 1.8T 轿车冷却风扇故障？

（1）故障现象 一辆 2008 款圣达菲 1.8T 轿车，行驶里程 1500km。该车在冷却液温度未达到正常温度，且空调未开启时，冷却风扇和冷凝器风扇一直高速运转。

（2）故障诊断与排除 2008 款圣达菲 1.8T 轿车的冷却风扇和冷凝器风扇由 ECM 根据冷却液温度传感器和空调压力传感器信号，通过控制冷却风扇和冷凝器风扇高、低速继电器来实现高、低速旋转。当空调开关闭合且系统压力大于 0.21MPa 时，冷却风扇和冷凝器风扇低速旋转；当空调系统压力大于 1.87MPa 时，冷却风扇和冷凝器风扇高速旋转；当冷却液温度高于 97℃、低于 105℃时，冷却风扇和冷凝器风扇低速旋转；当冷却液温度高于 105℃时，冷却风扇和冷凝器风扇高速旋转。

首先检查冷却风扇和冷凝器风扇高、低速继电器，均正常。利用故障诊断仪 V-30 进入 ECM 读取故障码，没有故障码输出。读取数据流，冷却液温度传感器信号为 50℃，与红外测温仪数据相符；空调压力值为 3.4MPa，但此时空调 A/C 开关没有闭合。

通过上述数据可以推断，在空调系统没有工作时，系统压力不可能达到 3.4MPa，说明该故障是由于空调压力传感器信号失准引起的。用万用表分别检测压力传感器的 3 个端子，其电压分别为 5V、4.65V 和 0.1V，这进一步验证了空调压力传感器信号失准。更换压力传感器后故障依旧，于是检测传感器到 ECM 的线路，发现传感器搭铁线在拐弯处存在断路现象。将传感器搭铁线连接牢靠，起动发动机，故障现象消失。

（3）维修总结 空调压力传感器为压变电阻式传感器，硅片中的 4 个电阻连接成惠斯顿电桥（图 7-12），由稳定电源供电，电桥应在硅片无变形时调到平衡状态。当压力增加时，硅膜片弯曲，引起电阻值变化，其中 R1、R4 的电阻值增加，而 R2、R3 的电阻值等量减少，这使得电桥失去平衡，在 a、b 端形成电位差，从而输出正比于压力的电压信号。当空调压力传感器搭铁点断路时，放大比较器没有参考零电位基准，其信号输出发生漂移，信号值变为 4.8V（空调压力传感器数据显示为 3.4MPa）。当传感器搭铁时，放大比较器有参考零电位基准，信号值恢复正常值（0.9V，空调压力传感器数据显示为

0.4MPa）。

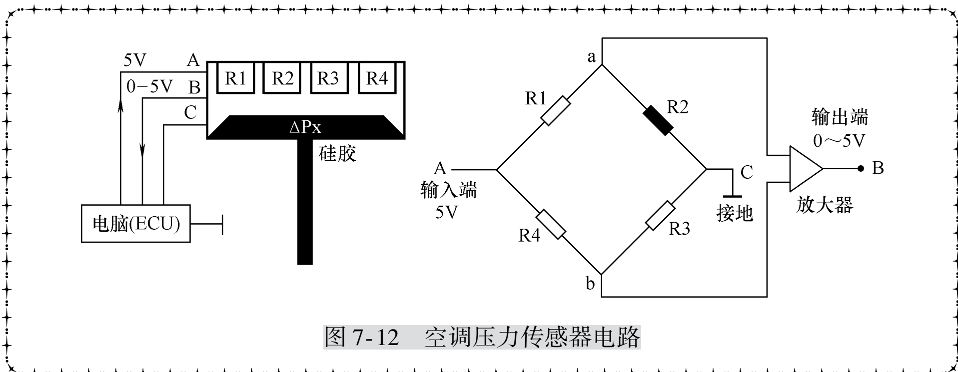
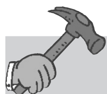


图 7-12　空调压力传感器电路



7-485　如何排除三菱帕杰罗空调压缩机不工作故障？

（1）**故障现象**　一辆2000年产三菱帕杰罗越野车，采用6G72发动机，该车在大修后空调压缩机不工作，冷凝器风扇不能运转。

（2）**故障诊断**　根据电路图（图7-13），首先找到空调压缩机离合器继电器和冷凝风扇继电器，用手触摸2个继电器，同时打开空调开关及鼓风机开关，感觉继电器均不动作。随后拔下2个继电器，检测2个继电器均有主电源电压而无控制端电压，人为短接2个继电器的1—3端子，发现风扇及压缩机离合器工作正常。这证明它们的共用控制电源有问题。

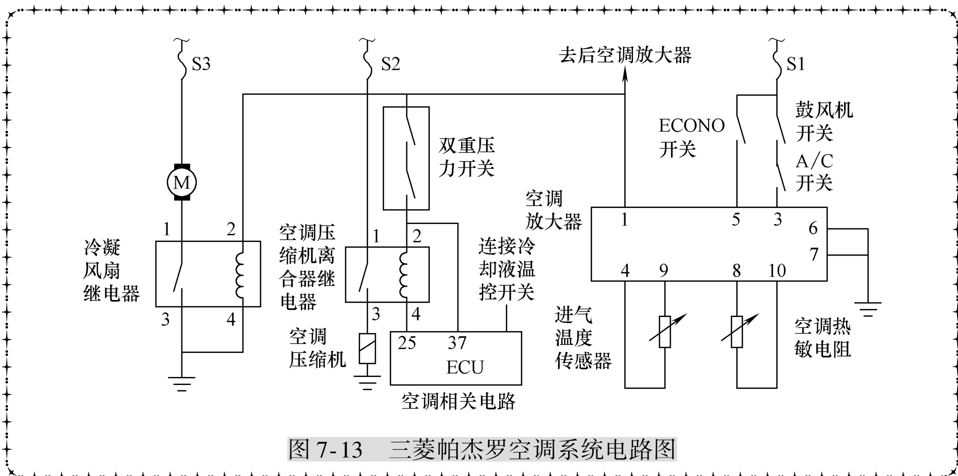


图 7-13　三菱帕杰罗空调系统电路图

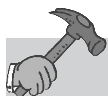
由于2个继电器电源均来自空调放大器的1端子，而空调放大器1端子的正常输出，需具备2个条件：①空调放大器工作，当打开空调开关时，3或5端子有电，6、7端子搭铁；②空调熔丝S1完好。

检查空调熔丝S1已经烧断。重新更换1个熔丝，开空调时熔丝又烧掉。用试电笔插在熔丝座上，在杂物箱后面找到10端子的空调放大器，将其插头拔下，试电笔灯熄灭，说明



空调放大器以前电路完好，短路点应在空调放大器以后电路及元件中。再测空调放大器线束端插头1端子对地电阻为0Ω。为了缩小范围，拔下2个继电器，测量1端子对地电阻仍为0Ω。随后测冷却液温控开关正常（发动机进水口处），检查相关插头也没有发现问题，难道控制单元内部对地短路?

（3）**故障排除**　在前排乘客侧找到控制单元，发现了异常。控制单元插头被紧固在支架处，有几条线外皮破裂搭铁。经包扎处理后，重新试车，压缩机及风扇仍不工作，此时熔丝完好。再测空调放大器1端子仍没有12V电压输出。分析认为，由于1端子搭铁，可能将空调放大器烧损。拆下空调放大器，打开机壳，电路板没有烧痕。用万用表测量1端子输出端的一个PNP功率晶体管，已烧坏（e-b极短路）。更换一只相近参数的PNP晶体管再试车，压缩机及冷凝器均工作正常，故障排除。



7-486　如何排除途安轿车空调不制冷故障？

（1）**故障现象**　一辆2007年产途安1.8T手动档车型，行驶里程7.5万km。用户反映该车空调不制冷。

（2）**故障诊断**　该车配置了前排双区自动空调系统。接车时维修人员观察到仪表显示车外环境温度为28.5℃，检查空调控制单元各按钮指示灯均能点亮，鼓风机运转正常，空调开关处于AUTO档，左右设定温度均为20.5℃，但出风口吹出热风。连接R134a制冷剂加注机，测量系统管路压力，高低压均为0.7MPa，表明系统中制冷剂未正常循环。

连接VAS5052故障诊断仪，点击自诊断功能进入自动空调控制单元J255查询故障存储，系统识别到一个故障码：00898　010——空调压缩机启动断路/对正极短路，当前存在（图7-14）。查阅空调数据块1组的测量值为16、700r/min、0km/h和0h；2组的测量值为0.000A、23%、0和2N·m。从上述测量值可以看出，流过压缩机电磁调节阀N280的电流值为0，空调确实不工作。1组1区的数值代表压缩机关闭条件，正常制冷时应为0（图7-15），为引导性功能选项，对压缩机关闭条件16作出的解释是压缩机控制错误。根据故障码及测量值的提示，下一步需要确定的是N280本身故障，还是其电路断路/短路故障。

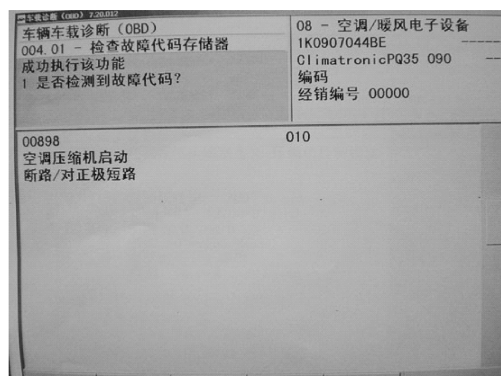


图7-14　读取的故障码

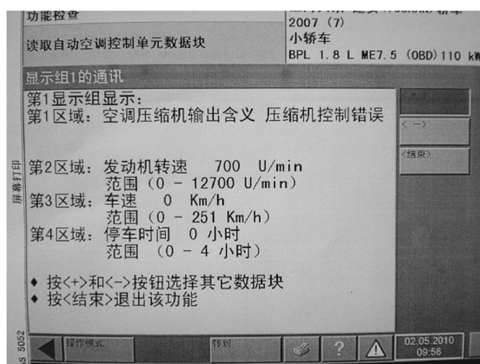
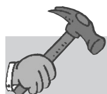


图7-15　读取的空调数据块

(3) **故障排除** 途安轿车空调压缩机安装位置空间狭窄，对 N280 进行单体检测比较困难，于是维修人员设法进行模拟试验。脱开 N280 的两针插接器，将 12V、2W 的试灯接入插接器两个端子模拟 N280。起动发动机后，打开空调，试灯暗淡亮起，表明 J255 与 N280 之间电路正常。与此同时数据块 1 组 1 区的测量值由原先的 16 变为 0，表明 J255 已输出空调开启指令。随着时间的延续，试灯亮度逐渐增加。这是因为空调开启后，J255 通过系统压力、压缩机转矩和各个传感器的反馈信号检测到系统“制冷”不足，相应调节对 N280 的控制占空比，以加大压缩机的制冷输出，于是流过“N280”的平均电流变大，使试灯亮度提高，这些情况表明空调控制单元工作正常。再测量 N280 的阻值为 4.2MΩ，处于断路状态。因此故障点判定为 N280 失效。



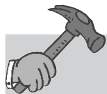
7-487 如何排除2006款捷达开空调熄火故障？

(1) **故障现象** 车主反映，开空调时发动机偶尔熄火，熄火时还伴有“咔、咔”的异响。

(2) **故障诊断** 用 VAG1551 检查未有故障码存储，在打开空调时读取发动机 50 数据组，显示发动机已接收到空调工作信号。至此，可初步分析为空调系统负荷过大或发动机电控系统故障。

首先用手转动压缩机的电磁离合器，能够自由转动，将空调压缩机传动带拆掉试车，该故障仍然存在，故排除了空调压缩机负荷过大（如压缩机轴抱死）的可能性。根据 2006 款捷达空调电控系统的特点，开空调时压缩机工作后，散热器风扇同时工作，所以联想到是否为风扇电控系统有故障。拔下风扇插头，打开空调试车，压缩机工作正常，但未见熄火现象。在发动机怠速工作状态下，用跨接线连接双温开关，发现在风扇工作时发动机抖动较大，由此故障可锁定在风扇电路。进一步检查风扇控制线中各线电阻，发现搭铁线电阻为 1.4Ω。在蓄电池座附近有一搭铁点为风扇在车身上的搭铁，拆下发现螺钉上有油漆，至此可得出结论：风扇运转时电流较大，由于搭铁点接触不良引起电阻大，造成发动机控制系统两端实际供电电压下降，最终因为电流达不到工作要求而导致控制单元各执行元件无法正常工作，发动机熄火。

(3) **故障排除** 将油漆用砂纸打磨处理后重新固定，试车，一切正常。



7-488 如何排除空调压缩机电磁离合器易烧坏的故障？

(1) **故障现象** 桑塔纳 LX 型轿车，装用 JV 型发动机，行驶里程为 8 万 km。驾驶人反映，在夏季行驶途中，空调电磁离合器线圈突然烧毁。为使该空调及时投入使用，维修时换上一新的电磁离合器线圈，但只行驶了 1500km 左右，电磁离合器线圈又被烧毁。

(2) **故障原因** 制冷剂加注过量。

(3) **故障诊断与排除** 空调电磁离合器线圈烧毁，除零件质量问题外，主要是空调系统内的压力过高，带动压缩机运转的阻力过大，超过该电磁线圈的电磁吸力，使离合器主、从动盘产生相对滑移摩擦，导致过热而烧毁。

(4) **维修总结** 空调系统压力过高有以下三种原因。



① 停车时发动机怠速运转，且长时间在太阳暴晒下使用空调。

② 当散热风扇出现故障时，还长时间、高强度地使用空调（散热风扇与空调冷凝器风扇共用）。

③ 制冷系统中加入的制冷剂过量。

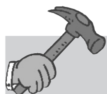
在压缩机开始工作时，注意查看储液干燥器的视液镜，发现视液镜内一点气泡都没有，再将空调高、低压表接入制冷系统中，检查其压力，发现高压侧和低压侧压力均偏高。显然制冷剂加注过量。将制冷剂从低压侧适量排出后（以高压侧压力1.2～1.8MPa、低压侧压力0.15～0.30MPa为适宜），故障被排除。

为避免此类故障发生，平时在以下三种情况下不应使用空调。

一是制冷剂加入量超过规定时，要及时放出，否则不准使用空调。检查制冷剂多少的方法是：在压缩机开始工作时，看储液干燥器视液镜内有无气泡，如果没有气泡，说明制冷剂太多，适量放出；如果气泡太多，说明制冷剂太少，应适量添加制冷剂。

二是散热风扇发生故障停止运转时，应立即停止使用空调，否则制冷系统将产生超高压，使电磁离合器打滑而烧毁。

三是停车时，发动机怠速运转不良情况下最好不开空调。



7-489 如何排除江淮瑞风车空调系统工作不良故障？

（1）故障现象 一辆2004年6月生产的江淮瑞风旅行车，行驶里程10万km。夏天来临，空调使用较为频繁，据驾驶人叙述：近期出现这样一种现象，按下A/C开关空调系统工作后，开始制冷效果良好，仪表台出风口内吹出清凉的风；在汽车正常行驶过程中，仪表台出风口吹出的风逐渐变为热风

（2）故障诊断 接车后，对驾驶人所叙述的故障现象进行重新演示。开空调后，起初一段时间，驾驶室内出风口吹出阵阵凉风，此时用手摸压缩机进出管路之间的温度状况，一根较为烫手（压缩机与冷凝器间），另一根表面较潮湿（聚集小水珠）且感到冰手（蒸发器到压缩机间）；行驶一段时间后，出风口吹出风的温度逐渐升高，下车后再摸压缩机的两根管路，温差较小且表面的水珠消失。由此得出结论，空调系统在发动机热车后不工作了。

发动机刚工作时，空调系统工作良好；发动机热车后，空调系统逐渐停止工作。空调系统不工作时，压缩机是否还继续工作？带着这个疑问等发动机温度下降后进行试验，将试灯两端分别串接在空调压缩机电磁离合器接线及搭铁间，闭合空调A/C开关后，在空调压缩机投入工作的同时，与压缩机电磁离合器的线圈并联在一起的试灯点亮。此时说明空调压缩机工作正常；随着发动机工作时间的延长，试灯突然熄灭，同时压缩机也不工作了。再摸两根管路间温差逐渐减少。压缩机不工作的可能原因有压缩机控制电路中的温度或压力等方面的控制开关检测到的温度或压力信号超过正常值的范围而切断压缩机的工作。

将歧管压力计组接在空调系统的高低压管路间检测空调系统管路内压力。发动机起动后，按下A/C开关，空调压缩机投入工作，观察歧管压力计上的高压表和低压表的读数。空调开始工作的瞬间，低压表的压力逐渐下降，高压表的压力逐渐上升；随着时间的推移，高压表的压力上升变慢；发动机再加速，当高压表的压力上升到2.23MPa左右时，压缩机突然停止工作，同时歧管压力计上的高压表的指针逐渐回落。这种情况可以说明，是高压管

路中的制冷剂高压过高导致空调控制系统切断空调压缩机的工作。

什么原因导致高压过高？**一方面膨胀阀冰堵会导致高压过高**，但膨胀阀冰堵的前提是空调系统管路内混有水分，正常使用的空调系统一般是不会出现这种情况的。经再次询问驾驶人，说是前一段时间空调系统的工作良好，出现这种现象是近几天的事，而且空调系统中的制冷剂是原车的，从购车到现在一直没有更换过，可以排除空调系统管路中混入水分的问题。

另一方面导致高压过高的原因，根据制冷剂的特性分析，**温度过高会导致压力过高**。驾驶人从没有说起过发动机高温的情况，而且试车过程中也没有出现过散热器开锅的情况，如开锅的话应首先考虑高温的问题。发动机工作一段时间（路试）后，打开发动机室重新审视，的确没有出现散热器开锅的情况。但刚才在发动机工作后闭合 A/C 开关的一个异常引起了注意：开空调的同时，发动机怠速上升了，但冷凝器风扇没有转。瑞风旅行车空调系统正常工作情况是：空调 A/C 开关闭合后，发动机的怠速上升，目的是防止发动机熄火；同时冷凝器风扇的低速档旋转，加速空调冷凝器和散热器的热量散发。

为了验证问题出在冷凝器风扇电动机还是电动机控制电路，将冷凝器风扇插头拔掉后由蓄电池直接通电进行实验，通电后冷凝器风扇运转良好，那么问题可能出现在控制电路上。找到发动机室内的熔丝盒，从盒盖上查找到对应的风扇继电器的位置，拔掉继电器，可以看到风扇继电器座（图 7-16 中箭头所指位置）和继电器（图 7-17）表面均已烧焦、变形，闻一闻有一股焦煳的气味。用万用表电阻档测量继电器线圈电阻大小，发现电阻值超过正常范围（上千欧姆），说明继电器已损坏，需更换。同时继电器座也已烧焦变形。为验证是否是继电器损坏造成风扇不转的，于是将继电器座上的 30 端子和 87 端子用跨接线进行短接，短接后冷凝器风扇运转正常。


图 7-16　瑞风车烧焦的继电器盒


图 7-17　瑞风车烧焦的继电器

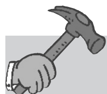


冷凝器风扇不运转是否是造成空调系统工作不良的原因？于是在跨接线连接的情况下，按下空调 A/C 开关进行路试，长时间行车也没有出现空调系统工作不良的情况。由此可以说明，风扇继电器损坏即是造成空调系统工作不良的原因所在。

在此故障中，如只是更换继电器的话，过一段时间还会出现因接触不良而导致继电器第二次烧坏的情况。为确保维修质量，更换继电器盒总成。

（3）**故障排除**　继电器盒及风扇继电器更换完毕，车辆路试，空调系统制冷效果良好，故障排除。

（4）**维修总结**　在此故障中，冷凝器风扇不工作导致空调系统工作不良，冷凝器风扇不工作为什么不会导致发动机散热器高温（开锅）呢！究其原因，个人认为汽车正常行驶时，散热器受到较强的迎面风的吹拂，由此起到了一个良好的散热作用，从而使发动机不至于高温，同时散热器的散热效果较好也是其不开锅的一个重要原因。那又是什么原因导致空调制冷系统工作不良的呢？个人认为，散热器冷却液温度达到 100℃可能不开锅，但空调系统中冷凝器的温度最高一般不会超过 70～80℃，在两个热交换器安装在一起且又没有强力的热交换的情况下，冷凝器温度短时间内会超过允许温度，温度过高又会导致空调制冷系统管路内压力过高，当管路内的压力超过制冷系统的允许值时，高压开关将会切断电磁离合器的电流，使空调系统停止工作。此故障是一个较为隐蔽的故障，较难以发现及判断故障发生的部位。



7-490　如何排除空调制冷效果不佳故障？

（1）**故障现象**　桑塔纳 LX 型轿车，装用 JV 型发动机，行驶里程为 11.6 万 km。驾驶人反映，该车制冷效果变差，用压力计组检查，高、低压压力均低，就补充了制冷剂，制冷效果变好。一天后，制冷效果又变差了。

（2）**故障原因**　冷凝器有泄漏处。

（3）**故障诊断与排除**　将空调压力计组接在空调系统的高、低压测试口检测，高、低压端压力又降低了，说明制冷系统有泄漏处。

制冷系统泄漏的检查一般有以下几种方法。

① **仪器法**。用制冷系统测漏仪检测。

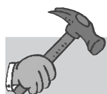
② **观察法**。一般情况下泄漏处能将制冷系统的制冷剂漏出，制冷剂沾上灰尘形成油污，用肉眼能判断出。

③ **肥皂沫法**。在各管接头或怀疑处涂上肥皂沫，观察肥皂沫的变化，泄漏处会产生气泡。

④ **听音法**。将车停在寂静的地方，若系统有泄漏，用耳朵可以听到。

首先用观察法，观察露在外面的制冷系统管路，制冷系统管路装置上没有油污；用测漏仪检测，在冷凝器附近，仪器发出鸣叫声，但找不出具体的部位；将车停在寂静处，用手轻轻摇动冷凝器，听出声音在冷凝器下部。若不拆下冷凝器，看不到泄漏处。

拆下冷凝器，发现其下部中间位置有一处油污，经检查发现，该处泄漏。经检查，车架前部有一铁皮开焊，正好与泄漏处相接触，使冷凝器磨漏。将铁皮重新焊于车架上，将冷凝器泄漏处焊好，装复，对制冷系统抽真空，充制冷剂后，制冷系统制冷效果一直良好。



7-491 如何排除宝马车空调有时不出风的故障？

（1）**故障现象** 配置N52发动机的宝马车，行驶里程102590km。客户描述说，当车辆处于怠速状态时，空调压缩机工作正常，出风口出的都是凉风，但是当车辆行驶过程中，忽然就不出风了。

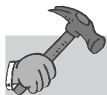
（2）**故障诊断** 试车，开始打着车的时候，一切正常。但是当发动机转速加至3000r/min左右，保持一段时间，故障现象就出现，出风口不出风了。难道是鼓风机损坏？不是。当故障出现的时候，鼓风机依然在运转。根据经验，初步推断是蒸发器结冰了。

将车辆放置一段时间后，再次试车，连接专业诊断仪GT1进行检测，进入IHKA系统，调出蒸发器温度。起动车辆，空调系统处于工作状态，出风口温度正常，查看蒸发器温度为5℃（标准值为4~5℃），将发动机转速加到3000r/min左右，保持住，故障现象出现，出风口不出风了。查看蒸发器温度值，为0℃。由此可以断定为蒸发器结冰导致出风口不出风。

连接GT1对IHKA进行测试，无故障码。是不是空调系统内水分太多导致？询问客户最近是否对空调系统做过维修。客户说，前段时间，在外面的修理厂清洗过散热器和冷凝器，之后过了一段时间故障就出现了。

由此可以推断，有可能是该车在外进行维修的时候，操作不当，使空调系统有水分进入；还有一种可能是空调系统干燥剂断开时间太长。根据宝马厂家技术要求，干燥剂断开24h必须更换。

（3）**故障排除** 经与客户沟通同意后，更换干燥剂，再次清洗散热器、冷凝器，重新抽真空加注制冷剂，再次试车，故障排除。



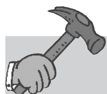
7-492 如何排除2008款上海大众途安空调不凉故障？

（1）**故障现象** 2008款上海大众途安车，行驶里程6.8万km，最近出现开空调不凉，有时空调效果完全没有的故障。

（2）**故障诊断** 起动发动机，开启空调，打开内循环，将温度调到最低，用手感觉出风口温度比较高。连接诊断仪VAS5052进入空调系统读取数据流，显示空调出风口温度为16℃，外部环境温度为32℃（和外界实际温度相吻合），空调效果确实很差。接上制冷剂回收机，观察高低压压力分别为1200kPa、500kPa，当加速的时候，高压上升缓慢，也只能达到1500kPa，说明是空调压缩机损坏。但该车空调压缩机不是常规的带空调离合器的空调压缩机，而是变排量空调压缩机，且客户反映有时空调效果会一点都没有，也就是空调出风口为常温。为了一次性将问题彻底排除，就继续开空调观察。一段时间后感觉空调出风口温度变成常温，这个时候发现高压表针在慢慢降低，而低压表针在缓慢升高。再观察VAS5052里面空调系统数据流，显示为0，说明空调控制单元J255还是有输出指令让空调压缩机电磁阀N280工作，因为该车电磁阀N280是控制单元J255利用占空比直接控制的。中间电路经测量没有任何问题，判断问题的根源还是空调压缩机电磁阀N280的问题。



（3）**故障排除**　由于N280不能单独更换，而且空调压缩机机械部分已经磨损，遂更换空调压缩机总成，经试车效果良好。

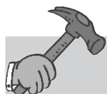


7-493　如何排除2003款帕萨特1.8T空调压缩机反复吸合故障？

（1）**故障现象**　一辆行驶里程为15万km的2003款帕萨特1.8T的空调系统出现开空调后空调压缩机反复吸合、断开，制冷效果完全没有的现象。

（2）**故障诊断**　首先接上制冷剂回收仪，静态时候空调高低压压力都正常。起动发动机后打开空调开关，可以看见高压压力急剧升高，瞬间升高到4000kPa，空调压缩机被切断；当压力降到3000kPa左右，空调压缩机又被吸合。通过现象分析故障的根本原因是空调压力开关起保护造成。当用自来水冲洗冷凝器时，高压压力恢复正常，出风口效果相对好了许多，空调压缩机也不断开了。经检查空调内循环正常，因此断定是冷凝器不好导致散热不良。但经了解，该车以前空调效果正常，这次过来虽然是维修空调系统，但主要原因是散热风扇电路插头烧蚀损坏，导致风扇不转、空调不凉，维修工只是重新接好了风扇电动机插头，空调系统也没有重新加制冷剂，维修后就出现该故障。按口诀找原因，系统有空气的可能性不大，还是从空调系统散热这块去检查。经过仔细检查，用手感觉散热电子风扇的风向是从发动机吹向冷凝器，故障的根本原因是维修工将风扇电动机两根线接反，散热风扇将发动机的热量传给冷凝器，高温高压的制冷剂不能得到有效的冷却，反而被升温，导致高压开关处压力过高，空调压缩机就被反复断开。

（3）**故障排除**　将风扇电动机线对调重新连接，风扇吹出风向正常，空调效果良好，故障排除。



7-494　如何排除2009款波罗1.6空调工作30min后停止故障？

（1）**故障现象**　一辆行驶里程为1.7万km的2009款波罗1.6轿车，该车空调制冷效果良好，但车辆行驶30min左右，空调压缩机会自动停止工作，但出风口风量不减小，如果不熄火则出风口会一直吹出自然风。但是熄火后重新起动，空调压缩机又可以正常工作30min左右再自动停止，如此反复。

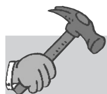
（2）**故障诊断**　该车空调能连续正常工作30min，空调效果也很好，因此可以排除制冷剂泄漏、散热不良、系统堵塞、蒸发器结冰、空调压缩机损坏等机械方面的故障，也不用考虑空调系统本身控制方面的电路故障，问题的关键应该是其他电子控制系统造成的。先用VAS5052进入空调系统，读取故障码，显示系统正常。读取第二组数据流，空调压缩机正常工作的时候显示为83%、1500kPa、0、2℃，当工作30min后空调压缩机被切断时显示为0%、600kPa、12、25℃。其中第三区显示为12，该12的含义为发动机控制单元切断，说明判断问题的思路完全正确。用VAS5052进入发动机系统，发现1个故障码，为01089、P0441——EVAP排放控制系统错误且清污气流。该故障为炭罐电磁阀的故障，更换炭罐电磁阀后该故障不再重现。再次进入发动机系统，显示没有故障，但是开空调后故障还是照

旧。当故障出现时再次读取空调系统数据流，第二组第三区始终显示为12（发动机控制单元切断），至此维修陷入困境。

后来经过反复思考，并参考该车的原车资料查询，才明白该车车载网络控制单元的功能非常强大，基本控制了车身所有电器部分（包括门锁、玻璃升降、刮水器、燃油泵预起动、室内灯等），还与空调的开启有直接的关系。具体是当充电电压低于12.7V时，车载网络会指令发动机提高转速以确保充电量，当充电电压低于12.2V时，则会依次关闭座椅加热、后风窗和后视镜加热、空调系统、娱乐信息系统，主要目的是避免车辆熄火，保证车辆的安全行驶。有这个思路就直接从车载网络入手，用VAS5052进入车载网络地址，果然发现有1个故障码01598——驱动蓄电池电压不可靠信号（静态）。读取数据流，第二组数据显示为：0.0V、激活、断开、断开。第二区数据流激活的意思为负荷管理干预被激活，至此故障原因可以确定是由于车载网络干预导致。

查阅电路图可知，J519的供电线走向为蓄电池正极→S269熔丝→紧凑性插座P位T12a/5→XS4号的18a/5线。经过检查XS4号中的18a/5电压为零，但是S269处电压正常，说明S269→XS4中的18a/5中间有断路，其中间只有一个紧凑性插座P，但是该紧凑型插座明显有问题，用黑胶强制胶死。经了解，该车以前出过大事故，可能是当时事故维修时位置校正不对，不好安装，于是直接用黑胶强制胶死。由此导致P位T12a/5接触不良，车载网络控制单元没有电源基准信号（第二组数据流第一区）。

（3）**故障排除** 按原车标准，需要拆装仪表台重新校正P位，花费时间较长。征得客户的同意，在仪表台左侧熔丝处接一根线给XS4的18a/5供电后，经试车，故障排除。



7-495 如何排除金杯海狮车怠速时空调不工作的故障？

（1）**故障现象** 一辆2003款金杯海狮车，累计行驶15万km。据车主反映，怠速时空调不制冷，此时检查空调压缩机不工作。给油后再打开A/C开关，空调才开始制冷。

（2）**故障诊断** 首先验证故障现象。经试车检查，确实如车主反映的情况：车辆在怠速时，打开空调，压缩机不工作，稍微加点油，再打开空调，制冷效果明显。从故障现象上可以分析出来，压缩机工作情况应该良好，管路中的制冷剂也应该是充足的，且无泄漏。初步怀疑是节气门怠速触点工作不良。

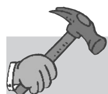
熄火，打开发动机室盖，拔下节气门体线束连接插头。查看电路图，检查节气门怠速触点的工作情况。节气门关闭时电阻为0.3Ω，说明怠速时，怠速触点正常闭合。将节气门打开至任意位置，电阻为无穷大，说明怠速触点打开正常。连接故障诊断仪，起动发动机，进入空调系统，读码，空调系统显示无故障码。进入发动机系统读码，系统正常。读取动态数据流，发现怠速时，发动机转速只有550r/min。自此分析，可能是发动机转速过低，ECU为了保证正常的行驶功能，自动切断空调压缩机的运行信号。因为此款发动机使用的是传统拉索式节气门，且没有怠速调整电动机，故怠速不会自动调整。由于此车行驶时间较长，造成怠速转速过低，原因可能是由空气滤清器过脏、进气管路漏气、节气门过脏、喷油器堵塞引起的。

（3）**故障排除** 由于清洗喷油器比较麻烦，先检查进气系统，用高压空气清洁空气滤清器。检查进气管路，连接良好，且数据流中怠速空气修正值在正常范围内，说明进气系统



无明显漏气现象。接着拆下节气门，发现积炭严重，用化油器清洗剂对其进行清洗。重新安装好后，再次起动发动机，由转速表看出，转速恢复到750r/min左右。打开空调并把鼓风机调到最大，空调制冷良好，自此故障排除。

（4）**维修总结**　现在大部分的电喷发动机，由于安装了怠速电动机，都可以自动调整怠速转速。ECU可以根据发动机负荷的变化（如打开空调或转动转向盘等）自动调整发动机怠速转速。而老型的发动机，没有怠速电动机，当节气门过脏或喷油器阻塞时，发动机转速会下降，当下降到一定程度时，可能会造成空调不制冷。



7-496　如何排除途观全自动双区空调暖风不热故障？

（1）**故障现象**　一辆2011年5月生产的上海大众途观，行驶里程34429km。驾驶人反映，使用空调取暖时，左侧出风口暖风有时不热。

（2）**故障诊断与排除**　根据用户的描述，测试该车的暖风系统。首先将空调控制面板两侧温度控制旋钮都调节到28℃，左侧出风口温度明显要比右侧低很多。将左侧温度旋钮旋到最热档位时，手感左侧出风口温度依然要比右侧低很多；旋转左侧温度旋钮，出风口温度没有变化。只有在反复转动左侧温度旋钮后才有热风吹出，但不久温度控制旋钮又无法调节温度了。

在确认故障现象后，接下来要判断此故障的原因是电路的控制问题还是风道系统的机械问题。连接VAS5051B进入地址码08（空调/暖风系统），首先查看故障存储，无故障码；再进入通道11，读取左侧温度风门电动机（V158/G22）的数据流，左侧风门实际值为231，规定值为100%，如图7-18所示框中的数据。图中“实际值”是指目前的温度风门伺服电动机行进的步数；“规定值”是指根据目前温度旋钮的位置，温度风门应该在100%的开度上。通过空调温度旋钮的旋转，这两个数据都能随着相应地线性变化，说明空调控制单元给出的控制信号是正常的。既然控制方面没有问题，就要看执行机构有没有问题了。于是拆下仪表台驾驶人侧的下饰板，查看左侧风门的工作状态，发现左侧风门伺服电动机V158/G220（图7-19）能够随着旋钮的冷热转换而全程动作，说明左侧风门伺服电动机没有问题，这样

姓名	数值
右侧脚部空间出风口温度	75.0 ℃
右前通风口温度	36.
左侧温度风门 - 实际值	231
左侧温度风门 - 规定值	100.0 %
左侧脚部空间出风口温度	29.7 ℃
左前通风口温度	22.3 ℃

图7-18　左侧温度风门数据流

故障的根源肯定出在鼓风箱的内部。在进一步的拆检中发现，左侧的温度风门在翻转时有明显卡滞现象。因该车在质保期，并且没有单独的风门配件，故为该车更换鼓风箱壳体。装复后起动车辆使发动机温度至正常温度，开启自动空调，左侧的出风温度可以随着左侧旋钮的调节而变化，至此故障解决。

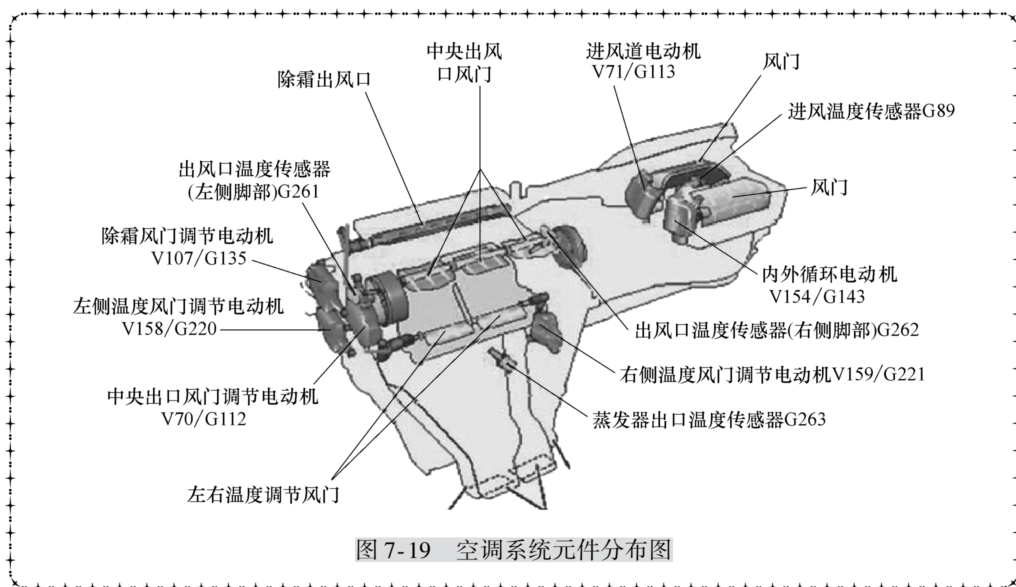
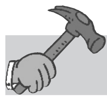


图 7-19　空调系统元件分布图

（3）**维修总结**　大众公司在该级别的车辆上使用了全自动双区空调，可以分别针对驾驶人侧和副驾驶人侧，独立调节温度。这种空调与其他型号空调不同点在于，双区自动空调具有分开的新鲜空气风门和空气内外循环风门，可以在不同的车速行驶时，使进入驾驶室的新鲜空气量保持稳定。

现在很多高档车型都使用了全自动双区空调，出现故障后，不容易理清诊断思路。其实可以通过控制单元储存的各个监控数据来分析问题，就能很快找到问题所在。在这个案例中，大家可能会有个疑问：更换完鼓风箱壳体后，为何没有对空调装置执行基础设置？这是因为只有在更换了空调控制器或安装了新的伺服电动机后，才需要进行基础设置。而该车只是更换了鼓风箱壳体，所以无须进行基础设置。



7-497　如何排除上海大众朗逸空调制冷量不足的故障？

（1）**故障现象**　一辆 2011 年 5 月生产的上海大众朗逸，装配 1.6L CDE 发动机、手动空调，行驶里程 8000km。驾驶人反映，开启空调制冷系统制后，感觉制冷量不足。

（2）**故障诊断与排除**　维修人员接修此车后，首先确认空调系统制冷量不足的现象是否存在。起动发动机，开启空调制冷功能，风速开至 2 档，风向选择为中部出风，用温度计测量出风口温度，5min 后温度计显示 16.7℃，大大高于“出风口温度 <11℃”的标准值，明显存在故障。

该款车的空调系统由制冷系统、供暖系统、送风系统、电子控制系统组成。因为报修的是制冷问题，所以这里可以不考虑供暖系统。首先使用制冷剂分析仪对管路中的制冷剂进行



纯度分析，分析结果合格；然后连接压力表，高低压的指数也都在正常的范围内；检查冷凝器，干净无脏污；目测低压管上有露水，用手触摸管路，感觉很凉。通过这些初步检查感觉制冷量方面没有问题，基本可以排除是制冷系统的问题。既然制冷系统压缩机能正常工作，证明空调的控制系统也没有问题，剩下的只有送风系统了。于是拆下仪表台，对鼓风箱壳体进行检查。检查发现，箱体内冷热风门上的塑胶蒙皮已经严重脱落和褶皱（图 7-20），致使冷热风门无法完全关闭，使一部分热空气同制冷后的空气混合，送至出风口，导致出风口温度不能达到正常范围。

虽然发现冷热风门存在明显的问题，但因无单独的风门配件，故更换了整个的鼓风机总成。更换完毕后，运转发动机，开启空调，风速开至 2 档，风向选择为中间出风口，测量出风口温度，5min 后温度计显示 12.2℃，温度对比之前有所下降，但仍高于正常范围。通过手感空调低压管的温度也很低，说明制冷是没问题的，那造成出风口温度低不下来的原因还会是什么呢？这说明除了冷热风门关闭不严外，还有其他因素在影响出风口的温度。



图 7-20　褶皱的冷热调节风门

如果蒸发器制冷不足，也会造成通过蒸发器的空气不能被充分冷却（图 7-21），这样从出风口送出的空气温度也会变高。于是拆下鼓风机，用手触摸鼓风箱内的蒸发器外壳，发现其外壳温度明显高于空调低压管的温度，只是微微凉，不像低压管那样冰手，明显不正常，由此判断蒸发器内部堵塞，造成热交换不良。再次拆下鼓风箱，更换蒸发器后装复试车。经过测试，出风口温度降低到 4℃，符合出风口温度的标准，空调制冷量不足故障排除。

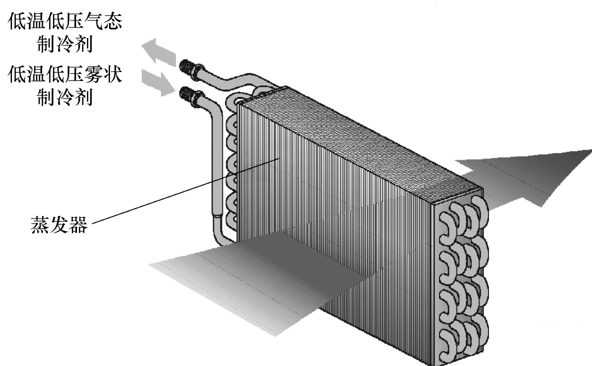
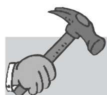


图 7-21　蒸发器工作示意图

（3）**维修总结**　该故障为综合性故障，根本原因是蒸发器内部堵塞，造成对通过蒸发器的空气不能被充分冷却，同时送风系统的冷热风门

也存在关闭不严，造成本来就温度偏高的空气再与热空气混合后送出，使得出风口送风温度过高。对于空调系统的故障，在诊断时最好根据空调系统的组成，按照制冷系统、供暖系统、送风系统、电子控制系统，采用分系统诊断，这样可以大大地简化诊断流程和提高诊断效率。



7-498 如何排除骊威空调不能制冷故障？

（1）**故障现象** 一辆 2007 年生产的东风日产骊威，装配 1.6L 发动机、自动变速器、手动空调，已经行驶 5 万 km。驾驶人报修，空调系统不能制冷。

（2）**故障诊断与排除** 维修人员接车后，起动发动机，怠速运转平稳；打开鼓风机开关，出风口有风送出；再按下空调开关，这时开关边上的 LED 指示灯没有点亮；检查空调压缩机电磁离合器，发现电磁离合器没有吸合，从而确认空调制冷系统没有工作。

东风日产系列车型都采用了 CAN-BUS 总线系统传递各种信号和数据，该车空调系统虽然属于手动空调，但空调系统的各种信号都是通过数据总线来传输的。空调系统涉及三个控制单元和一个控制开关。三个控制单元的作用分别是：发动机控制单元（ECM）通过检测空调压力传感器信号、发动机转速信号等条件，控制怠速的稳定；车身控制单元（BCM）接收来自空调控制装置的空调请求信号，将其传送至总线并控制指示灯是否点亮；智能配电模块（IPDM）根据接收来自总线的信号，控制压缩机继电器和冷却风扇的工作。

如图 7-22 所示，BCM 的 27 号端子接空调控制装置的 1 号端子，将 27 号端子的信号作为空调接通或断开的信号；BCM 的 28 号端子连接鼓风机开关上的 14 号端子，用来检测鼓风机的工作状态。如果空调开关为接通状态，鼓风机开关也为打开状态，BCM 就把当前接收的请求信息传到数据总线上，同时点亮指示灯。发动机控制单元接收到空调起动请求信息后，再根据检测到的当前空调压力传感器信号、发动机的负荷、冷却液温度等信号决定是否起动空调压缩机。如果条件适合，发动机控制单元将允许起动信号传送到总线上。智能配电模块接收到允许起动空调的信号后，控制压缩机继电器和冷却风扇继电器工作，空调制冷系统起动。

由于涉及的控制单元较多，本着由简到繁的原则，先利用检测仪检查电控部分。首先，用检测仪 X-431 进入发动机系统，没有显示存在故障码。再进入发动机系统，查看数据流项：空调压力信号为 0.94V（正常值为 1.0～4.0V），该值可以起动空调；空调信号显示为 OFF，说明发动机控制单元没有接收到空调打开的请求信号。用检测仪进入车身控制系统也没有显示故障码；读取与空调相关的数据，打开鼓风机开关，数据流能跟随开关动作而变化，但按下空调开关，始终显示为 OFF（关），同时工作指示灯也不能点亮。故障点找到了，应该是 BCM 没有收到空调打开的请求信号。

通过电路图 7-22 得知，BCM 通过空调控制装置的 1 号端子和 8 号端子的通断，来判断当前是否有空调请求信号。拆下空调控制装置，测量 1 号端子至 BCM 的 27 号端子之间的电路，结果导通良好无断路/短路，证明故障点就在 BCM 内部或空调控制装置上。接下来，先检查空调控制装置，用万用表测量空调控制装置上的 1 号端子和 8 号端子的导通情况，无论在按下或抬起空调开关时，都不能导通，证明开关内部故障。更换空调控制装置试车，空调



工作正常，故障排除。这时再用检测仪进入发动机系统，数据流显示空调信号为ON（开）。

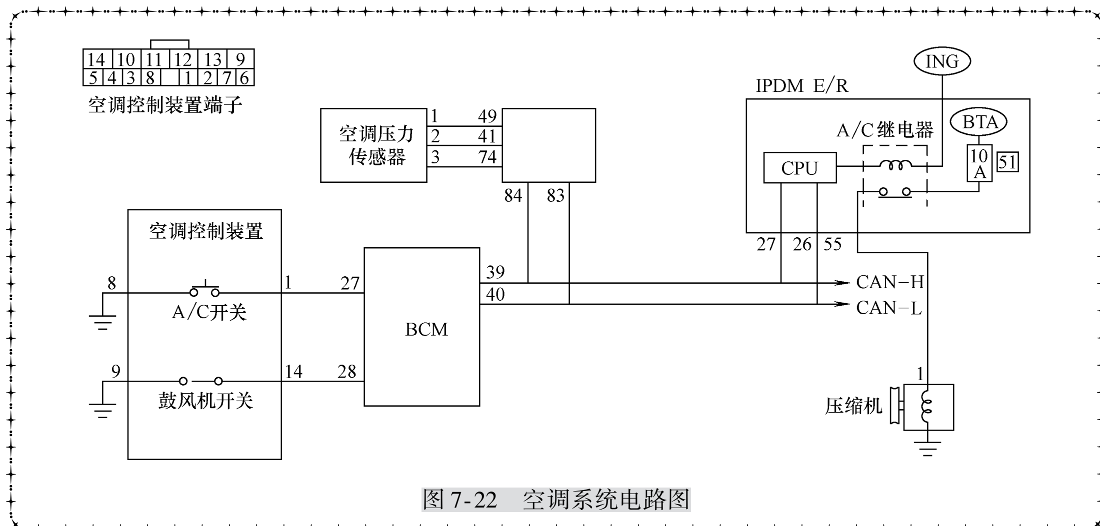


图7-22　空调系统电路图

（3）**维修总结**　该车型的空调系统利用了数据总线来传输信号，空调系统不能起动的故障涉及多个控制单元。虽说涉及电控单元增加了，但是在检修过程中，可以通过检测仪读取当前状态的数据流，不用去一步步查找，这可以简化维修过程。该案例就是通过读取各开关、传感器的数据流，排除了ECM和IPDM的故障，再读取BCM数据，通过检测仪的检测证明网络传输正常，又把故障范围进一步缩小。现在很多传感器可以通过检测仪来读取实时数据，对数据加以分析后，再决定是否需要进一步拆检。

A/C开关经过几年的使用很容易损坏，该故障在东风日产部分配置手动空调系统的车型中也是一个多发性故障。对损坏的旧件进行拆检，如图7-23所示，该开关是利用一个微动开关（圈内是微动开关的三个部件）。此开关在按下时导通一下，在作用力移开后因反作用力而断开，时间长了导电橡胶也会磨损，因维修的效果不好，都建议进行更换。还有一种排除方法，就是用该车的后风窗加热开关代替A/C开关使用。

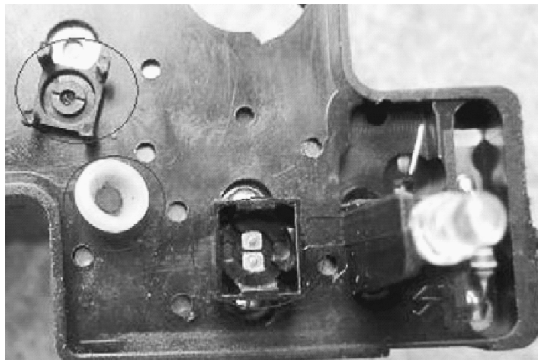
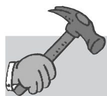


图7-23　损坏的A/C开关



7-499　如何排除桑塔纳2000GSi轿车空调不制冷故障？

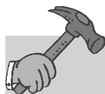
（1）**故障现象**　一辆桑塔纳2000GSi轿车，每次打开空调开关，压缩机都只工作几分钟就停机，空调制冷效果不明显。即使调大风量，出风口吹出的风没有凉的感觉。

（2）**故障诊断**　松开高压管的保护盖，轻轻按压高压排气顶针，有强劲的制冷剂喷出，

说明制冷剂不缺。起动发动机，按下空调 A/C 开关，将温度设定至最低，风量开至最大，观察储液干燥器上的玻璃窗，有制冷剂流动。将空调高、低压测试表与相应的高、低压维修阀接口连接，测得高压表压力为 1540kPa，低压表压力为 180kPa。触摸高压管和低压管，有明显温差，并且低压管有结露现象。没过几分钟，当低压表压力低于 100kPa 时，压缩机电磁离合器跳开，压缩机停止工作。检查蒸发器，发现蒸发器左侧结了一层白霜，拆开鼓风机罩盖后，看到膨胀阀被厚厚的白霜包着，据此可判定故障出在膨胀阀。

（3）**故障排除** 拆下膨胀阀进行检查，发现膨胀阀入口很脏，清洗干净，重新安装并按规定加注制冷剂后试车，故障排除。

（4）**维修总结** 在汽车空调系统中，膨胀阀主要起着节流降压和调节流量的作用，由于口径较小，容易堵塞。该车空调不制冷的原因就是膨胀阀入口太脏。由于没有完全堵死，形成了节流口，使得膨胀阀的进口与出口的压力差增大，只有少量的制冷剂进行循环，使压缩机功率不能充分发挥，所以，吹出的风也无凉意。



7-500 如何排除速腾空调偶发性不制冷故障？

（1）**故障现象** 一辆 2010 款速腾，在使用空调制冷时，发现制冷效果不稳定，影响驾驶舒适性。

（2）**故障诊断与排除** 接到故障车辆，用 VAS5051 对各控制单元进行故障查询，J519 中存有两个故障码（图 7-24）：故障码 01333，含义为左后车门控制单元 J388 无信号/通信（偶发）；故障码 01598，含义为驱动蓄电池电压（偶发）。空调控制单元和其他控制单元均无故障码储存。通过分析故障码 01598，说明此车曾经进行过用电负荷管理。读取 01-08-53 的数据流，第三区为 13.7V，第四区为 45.1%。实际测量蓄电池电压为 13.7V，说明充电电压正常。读取 01-08-50 的数据流，第三区显示“关闭”；第四区显示压缩机“切断”。

用引导性功能检查空调系统数据流，当空调不制冷时，压缩机额定电流为 0；压缩机转数为 0；压缩机负荷为 0；制冷剂压力为 700kPa。当空调工作正常时，压缩机额定电流为 0.685A；压缩机转数为 1100r/min；压缩机负荷为 5N · m；冷却液（制冷剂）压力为 1100kPa。

由于制冷有时也能持续一段时间，说明故障应该发生在控制部分。将发动机转数提升至 2000r/min，松开加速踏板时，无意中发现数据流中最低电压为 11.2V。转速回到怠速时，电压在 13.3 ~ 14.1V 变化，再结合故障码的记录，从而可以确定故障点为车辆电源系统。

在检查全车正极和负极连接点时，发现蓄电池与车身搭铁的固定螺栓松动（图 7-25）。将车身搭铁点重新固定好，经多次试车，故障排除。

（3）**维修总结** 本案例是由于车身搭铁点虚接，造成系统电压不稳定，从而触发了中央电器控制单元激发了不同的管理模式。当中央电器控制单元检测到蓄电池电压低于 12.2V 时，关闭空调系统，导致空调不工作。当系统电压回到正常范围后，中央电器控制单元恢复空调压缩机的工作。

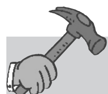




图 7-24　空调控制单元故障显示



图 7-25　搭铁点螺栓松动



7-501　如何排除新宝来车空调有时不凉故障？

（1）**故障现象**　一辆2010款新宝来手动档轿车，会没有规律地出现空调有时不凉的现象，但有时重新起动发动机后，空调工作又能恢复正常。

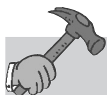
（2）**故障诊断**　据该车车主反映，出现上述故障后曾经检修过，但没有检查出问题所在。向上次维修该车的维修技师了解该车当时进厂维修时的状况。据该维修技师反映，该车来到本店后，起动发动机后打开空调试车，当时并没有车主所反映的问题，用VAS5052A进行检测，发动机电控单元无故障，由服务顾问向客户解释故障现象没有出现，只有等故障再现后才能进行检查。

此次该车故障出现后车主没有将发动机熄火，首先用VAS5052A进行检测，发动机电控单元内无故障记录。接着读取数据流，制冷剂压为700kPa，空调开关需求信号为打开，冷却液温度指示为正常的90℃，但此时空调压缩机不工作。拔下空调压缩机的导线插接器测量，发现导线上没有供电电压。根据电路图检查空调压缩机电磁离合器的供电情况，熔丝SC27处为电源电压，且熔丝SC27正常。拆下驾驶室左侧仪表板下护板，检查空调继电器处的供电，可当手指刚一碰触到空调继电器后，空调系统立即恢复了正常的工作，用手晃动空调继电器，听到该继电器内部有“嗒、嗒”的吸合声，于是拔下空调继电器对其进行检测。用万用表电阻档测量空调继电器的端子87a与端子87为单向导通，端子30与端子87，端子85、端子86和端子87a间均不导通，端子85与端子86间的电阻为69Ω，正常。打开空调继电器外壳，检查空调继电器的闭合触点，没有烧蚀现象，将端子85和端子86分别接蓄电池的负极与正极进行试验，用万用表测量端子30与端子87之间是否导通，结果测得这2个端子间的电阻为1.2Ω。经以上检测说明空调继电器正常。对空调继电器座与空调继电器端子进行处理，以使两者插接得更加牢固，再用手晃动该继电器，并没有听到其内部“嗒、嗒”的吸合声，空调系统制冷工作正常，空调出风口的温度为4℃。

分析认为，该故障就是空调继电器与继电器座之间接触不良造成的。因为该车为新车，行驶里程较短，而空调使用也不是很频繁，所以当拔下空调继电器时也没有发现继电器座上

有烧蚀的迹象。为什么该车在重新起动后空调又恢复了正常工作呢？认为是发动机在起动的瞬间车身有一定振动，使接触不良的空调继电器端子又接触在一起，因此空调又得以正常工作。

（3）**故障排除** 对空调继电器座和空调继电器端子进行处理，使两者间能够接触良好。



7-502 如何排除雪佛兰科鲁兹空调不制冷的故障？

（1）**故障现象** 一辆雪佛兰科鲁兹打开空调后，出风口吹出的风为自然风，没有制冷效果。

（2）**故障诊断与排除** 维修人员接到故障车辆后，起动发动机打开空调开关，发现空调压缩机离合器不吸合，所以出风口吹出的风不凉。

分析造成空调压缩机离合器不工作的原因有：①当环境温度低于1℃；②当发动机温度高于124℃；③当空调高压侧压力超出安全范围；④当蒸发器温度低于3℃；⑤发动机怠速时，发动机控制单元检测到节气门位置信号超出设定范围；⑥发动机控制单元检测到怠速转速超出设定范围。

使用诊断仪进入该车空调系统查看相关数据，发现蒸发器温度传感器显示温度为106℃，不在正常范围，其他相关数据都正常。控制单元储存故障码B3933，含义为蒸发器温度传感器回路。

蒸发器温度传感器为负温度系数热敏电阻。测量蒸发器温度传感器电阻，阻值为0.09kΩ（标准值为3.66kΩ），说明蒸发器温度传感器已经损坏。

更换蒸发器温度传感器后，清除故障码。起动发动机，打开空调开关，压缩机离合器正常工作。用温度计测试出风口温度为6℃，在正常数值范围。

参 考 文 献

[1] 刘春晖，张学忠. 汽车空调系统原理与检修［M］. 北京：机械工业出版社，2012.
[2] 岳江. 汽车空调系统检修［M］. 北京：人民邮电出版社，2009.
[3] 冀旺年. 汽车空调构造与维修［M］. 北京：电子工业出版社，2007.
[4] 范爱民. 汽车空调结构原理与维修［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[5] 林钢. 汽车空调［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[6] 边焕鹤. 汽车电器与电子设备［M］. 北京：人民交通出版社，2003.
[7] 刘迎春，刘天贺. 汽车空调维修与检测［M］. 北京：电子工业出版社，2008.
[8] 张蕾. 汽车空调［M］. 北京：机械工业出版社，2006.
[9] 肖鸿光，彭无尘. 汽车空调［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[10] 潘伟荣. 汽车空调［M］. 北京：机械工业出版社，2002.
[11] 王长生. 汽车空调的使用与维修［M］. 北京：人民邮电出版社，2003.
[12] 舒华，姚国平. 汽车电器设备与维修［M］. 北京：北京理工大学出版社，2005.
[13] 王瑞君. 汽车空调系统原理与维修［M］. 北京：中国劳动社会保障出版社，2003.
[14] 杨占鹏，宋进桂，于京诺，等. 汽车空调与气候控制系统［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[15] 刘春晖. 汽车电气设备检修与技术详解［M］. 北京：机械工业出版社，2011.
[16] 黄远雄. 汽车空调维修［M］. 北京：化学工业出版社，2009.
[17] 张松青，杜潜. 汽车空调结构原理与维修［M］. 北京：冶金工业出版社，2010.
[18] 郝军. 汽车空调［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[19] 夏云铧. 汽车空调应用与维修——从入门到精通［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[20] 王瑞奎，赵传胜. 汽车空调构造与维修［M］. 北京：中国铁道出版社，2012.
[21] 谭本忠. 汽车空调原理与维修图解教程［M］. 北京：机械工业出版社，2012.
[22] 杨维俊，周明亮. 汽车空调结构原理及典型故障案例［M］. 北京：机械工业出版社，2012.
[23] 刘春晖，王云辉. 江淮瑞风车空调系统工作不良［J］. 汽车电器，2011（05）：57-58.
[24] 李伟. 一汽大众速腾空调偶发性不制冷［J］. 汽车维修与保养，2012（07）：49.
[25] 张恒. 宝马空调有时不出风［J］. 汽车维修技师，2012（02）：82.
[26] 李小旗. 金杯海狮车怠速时空调不工作的维修［J］. 汽车维修，2012（03）：33.
[27] 张宪辉. 汽车空调系统常见故障的原因与预防［J］. 汽车维修与保养，2012（05）：54-56.
[28] 石强. 上海大众朗逸空调制冷量不足［J］. 汽车维修与保养，2012（05）：73.

汽车空调维修500问

本书结合汽车空调维修实践，以应知应会的内容为核心、以解决实际问题为主线，以问答的形式详细解答了实际维修中的常见问题，重点介绍了空调部件的结构、原理、使用及故障检修方法。内容包括空调系统基础知识、空调部件结构、空调控制系统、空调的通风取暖与配气系统的检测与维修，并配以故障检修实例。

一问一答
一学就会

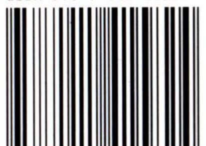


QICHE KONGTIAO WEIXIU 500WEN

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-41582-4
策划编辑◎连景岩 / 封面设计◎张静



定价：49.80元